Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Klinische und röntgenologische Nachuntersuchungen an Onlays und Overlays aus Studentenkursen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Wolfgang Amann
aus Ulm (Donau)

1982

Aus der Abteilung für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Klinische und röntgenologische Nachuntersuchungen an Onlays und Overlays aus Studentenkursen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der
MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von

Wolfgang Amann
aus Ulm (Donau)

1982

Dekan: Professor Dr. K. Voigt
Berichterstatter: Professor Dr. Dr. P. Riethe

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145

- Meinen Eltern -

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	EINLEITUNG	4
2.	LITERATUROBERSICHT	5
2.1	Definition der Begriffe "Onlay" und "Overlay"	5
2.2	Praktische Durchführung der Therapie mit Onlays/Overlays	6
2.2.1	Aufklärung des Patienten über Mundhygiene-maßnahmen zu Beginn der Gußfüllungstherapie	6
2.2.2	Kavitätenpräparation	7
2.2.2.1	Approximale Hauptkavität	7
2.2.2.2	Okklusale Hauptkavität	10
2.2.2.3	Zusammenhang zwischen Randgestaltung und Paßgenauigkeit	14
2.2.2.4	Einfluß der Schleifkörper auf die Präparation	15
2.2.3	Einsetzen der Gußfüllung	16
2.2.4	Anpolieren der einzementierten Gußfüllung	18
3.	EIGENE UNTERSUCHUNGEN	20
3.1	Material und Methode	20
3.1.1	Untersuchungsliste	22
3.1.2	Klinische Untersuchungsmethoden und verwendete Indices	23
3.1.2.1	Anamnese	23
3.1.2.2	Plaque-Index-System	23
3.1.2.3	Sulcus-Blutungs-Index	26
3.1.2.4	Tiefe des klinischen Sulcus	27
3.1.2.5	Klinischer Befund der approximalen Füllungsränder	27

		Seite
3.1.2.6	Klinischer Befund der Kontrollflächen	28
3.1.2.7	Fadenprobe	29
3.1.2.8	Eckzahnführung	29
3.1.2.9	Fehlbelastungen	30
3.1.2.10	Approximalkontakt	30
3.1.2.11	Approximalraumgestaltung	31
3.1.3	Röntgenuntersuchung	33
3.1.3.1	Zur Auswertung der Röntgenbilder	33
3.1.3.2	Erfassung der iatrogenen marginalen Irritationen (Imperfektionen)	34
3.1.3.3	Beurteilungskriterien für die röntgenologische Auswertung der Imperfektionen	36
3.1.3.4	Überlegungen zur Röntgenmethode	37
3.1.3.5	Röntgenologische Kontrolle der Zahnhartsubstanz in der Umgebung des zervikalen Füllungsrandes	37
3.1.3.6	Röntgenologische Beurteilung der Kontrollflächen	38
3.2	Umfang des Untersuchungsmaterials	39
4.	UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE, STATISTISCHE AUSWERTUNG UND DISKUSSION	41
4.1	Anmerkungen zur statistischen Methode	41
4.2	Auswertung der Untersuchungsergebnisse und Diskussion	42
4.2.1	Mittelwertsvergleiche der I-Gruppen untereinander und mit der Kontrollgruppe hinsichtlich:	42
4.2.1.1	Tragedauer	42
4.2.1.2	Plaque-Index	44
4.2.1.3	Sulcus-Blutungs-Index	45
4.2.1.4	Taschentiefe	46
4.2.1.5	Eckzahnführung	47
4.2.1.6	Fehlbelastungen	48

		Seite
4.2.2	Mittelwertsvergleiche nach weiteren Einteilungskriterien:	49
4.2.2.1	Geschlecht	49
4.2.2.2	Beruf	50
4.2.2.3	Mesial / distal	51
4.2.2.4	Zusatzhilfsmittel	52
4.2.2.5	Fehlbelastungen	54
4.2.2.6	Approximalkontakt und seine Form	55
4.2.2.7	Approximalraumgestaltung	57
4.2.3	Sekundärkaries	59
5.	ZUSAMMENFASSUNG	60
6.	LITERATURVERZEICHNIS	63

1. EINLEITUNG

Die Therapie des kariösen Zahnes mittels Onlay/Overlay erfordert gegenüber der Versorgung mit plastischen Füllungsmaterialien einen erheblichen Mehraufwand sowohl an Zeit als auch an Kosten. Unbestritten ist aber die Oberlegenheit der Gußfüllung gegenüber diesen Materialien in ihrer geringen Sekundärkariesfrequenz (vgl. S. 59).

Darüber hinaus bieten Onlays/Overlays die Möglichkeit einer dauerhaften Versorgung tief zerstörter Zähne, welche durch eine Kronenpräparation zusätzlich geschwächt würden.

Daß in der Praxis der Kronenpräparation trotzdem oft der Vorzug gegeben wird, mag neben den Möglichkeiten der Kostenübernahme durch die Krankenkassen auch in der technisch einfacheren Kronenpräparation und in der günstigeren ästhetischen Wirkung von Verblendkronen begründet sein.

Dabei bieten Onlays/Overlays neben der zahnerhaltenden Präparationsform gegenüber Kronen auch eine bessere Parodontalprophylaxe. Durch den weitgehenden Erhalt der oralen und bukkalen Zahnflächen wird ein Einfluß auf das marginale Parodontium in diesem Bereich vermieden. Der parodontal-prophylaktisch problematische Teil der Versorgung beschränkt sich auf den approximalen Füllungsbereich, besonders auf den approximal-subgingival gelegenen Füllungsrand, dessen das Parodontium schädigende Wirkung bekannt ist (LÖE 1968, KARLSEN 1970, RENGGLI 1974, ERPENSTEIN und DIEDRICH 1977).

In der folgenden Studie soll der approximale Füllungsbereich im Rahmen der Studentenkurse näher untersucht werden.

2. LITERATUROBERSICHT

2.1 Definition der Begriffe "Onlay" und "Overlay"

Eine Gußfüllung, die neben der bloßen Defektversorgung auch die Approximalflächen und die gesamte Kaufläche durch Oberkuppeln der Höcker mit in die Restauration einbezieht, wird sowohl in der amerikanischen als auch in der deutschen Literatur überwiegend als "Onlay" bezeichnet (C.O. BOUCHER 1963, INGRAHAM, BASSETT und KOSER 1968, MOTSCH 1971, Reallexikon der Medizin 1973, J. HOFFMANN-AXTHELM 1978).

MOTSCH (1975) versteht unter dem Begriff "Onlay" eine Gußfüllung mit Einbeziehung der Kaufläche und der Approximalflächen. Die Kaufläche beschränkt sich nach MOTSCH aber nicht nur auf das Areal zwischen den bukkalen und lingualen Höckerspitzen, sondern sie dehnt sich bei den unteren Seitenzähnen auch auf einen Teil der Bukkalfläche und bei den oberen Seitenzähnen auf einen Teil der Lingualfläche aus.
MOTSCH bezeichnet also eine MOD-Gußfüllung mit Oberkuppelung der tragenden Höcker (Stampfhöcker) und mit Federrand bis auf die Höckerspitzen der Scherhöcker als "Onlay", eine MOD-Gußfüllung mit Oberkuppelung sowohl der Stampf- als auch der Scherhöcker aber als "Overlay".
Diese Definitionen von MOTSCH liegen der vorliegenden Arbeit zugrunde.

Eine Verbreitung und Durchsetzung dieser Definitionen konnte allerdings in der Literatur nicht festgestellt werden, was möglicherweise daran liegt, daß R. SCHWARZ (Basel) ein indirekt nach Kupferring-Kerr-Abdruck hergestelltes Molarenband, das der Bißhebung dient, als "Overlay" benannte (zit. nach Reallexikon der Medizin 1973 und HOFFMANN-AXTHELM 1978).

Der deutsche Begriff "Kuppelfüllung" (HARNDT 1955, W. PILZ 1980) wird nur noch selten verwendet.

2.2. Praktische Durchführung der Therapie mit Onlays/Overlays

2.2.1 Aufklärung des Patienten über Mundhygienemaßnahmen zu Beginn der Gußfüllungstherapie

Der Erfolg jeglicher zahnärztlichen Therapie, insbesondere der Füllungstherapie ist in großem Maße von der Mundhygiene abhängig. Dem sollte auch im Hinblick auf den hohen Kosten- und Zeitaufwand besonders bei der Gußfüllungstherapie Rechnung getragen werden. Patienten, die in der Konservierenden Abteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen mit Gußfüllungen versorgt werden sollen, werden zunächst einer Aufklärung über Mundhygiene unterzogen. Dabei wird in der Reihenfolge Motivation, Instruktion und Kontrolle (MÖHLEMANN, RATEITSCHAK, RENGGLI 1975) vorgegangen:

a) Motivation: Mit Hilfe von Plaquerevelatoren werden dem Patienten Menge und Lokalisation seiner weichen Beläge gezeigt; gleichzeitig wird der Plaque-Index nach QUIGLEY-HEIN ermittelt, um später einen Erfolg oder Mißerfolg überprüfen zu können. Im Gespräch werden Zusammenhänge zwischen Plaque, Zahnfleischentzündung und Zahnstein erklärt.

b) Instruktion: Nach RIETHE (1974) werden bei gesunder Gingiva und normaler Zahnstellung für Jugendliche und Erwachsene die Rolltechnik, bei entzündlichen Veränderungen des marginalen Parodontiums die Vibrationsmethode und als zusätzliches Hilfsmittel der Gebrauch einer abgeflachten Zahnseide empfohlen.

c) Kontrolle: Durch erneutes Anfärben der Plaque und Ermittlung des QUIGLEY-HEIN-Plaque-Index wird der Erfolg der Aufklärung überprüft, der Patient auf noch vorhandene Schwachstellen hingewiesen und gegebenenfalls die Bürstmethode wiederholt demonstriert.

"Es reicht nicht aus, dem Patienten nur einzuschärfen, daß er sich die Zähne putzen soll" (PILZ 1980).

K. PIEPER (1980) untersuchte die Wirkung einer einmaligen Zahnputzunterweisung auf die Mundhygiene bei 15 - 17jährigen Hauptschülern. Dabei wurde 8 - 10 Tage nach der Unterweisung mit dem Plaque-Index-System von QUIGLEY-HEIN der gleiche Mittelwert gefunden wie davor. PIEPER schloß daraus, daß sich durchgreifende Änderungen der Hygienegewohnheiten nur durch kontinuierliche Anleitungen zur richtigen Mundhygiene erzielen lassen.

2.2.2 Kavitätenpräparation

Bei der Betrachtung der Präparationsformen ist es sinnvoll, den approximalen und den okklusalen Kavitätenbereich zu trennen. Es gibt für beide Bereiche mehrere Präparationsformen, die fast uneingeschränkt miteinander kombinierbar sind. Hieraus ergibt sich eine Vielzahl möglicher Präparationsformen mit oft fließenden Übergängen.

2.2.2.1 Approximale Hauptkavität

a) Kastenpräparation

Approximaler Kasten mit oder ohne zervikaler Abschrägung nach BLACK bzw. WARD.
Dies ist nach MOTSCH (1975) eine sehr schwierige, aber bezüglich des günstigen ästhetischen Effektes gute Methode.
Allerdings sollte heute nur noch mit zervikaler Abschrägung präpariert werden.

b) Schliffpräparation

WEGNER (1978) sieht in der Schliffpräparation nach RHEIN den Vorteil einer erheblichen Schonung des pulpanahen Dentins. Um gegenüber abscherenden Kräften einen besseren Halt zu gewähren, empfiehlt WEGNER die Kombination mit einer approximalen Kastenpräparation oder mit Hilfskavitäten, wie sie von GILLET und IRVING (1932) vorgeschlagen wurden.
Als Maßnahme gegen möglicherweise auftretende Rotationskräfte schlägt GORMSEN (1960) vor, zwei weitere Schliffe bukkal und lingual an den approximalen Schliff stumpfwinklig anzuschließen, oder zwei im Approximalraum zusammenstoßende Schliffe zu präparieren.

c) Scheibenschnitt

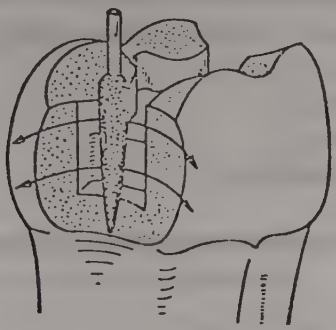
Hier wird mit einer starren Diamantscheibe der gesamte Approximalbereich abgetrennt. Mit dieser Präparationsmethode wird das gleiche Ergebnis wie beim approximalen Schliff erzielt. Ungleich größer ist aber die Verletzungsgefahr für Nachbarzahn und Papille.
MOTSCH (1975) rät daher zu einer Kombination beider Methoden: zuerst die Schnittpräparation und dann bis zur endgültigen Form die Schliffpräparation.

d) Hohlschliff

Diese von MOTSCH (1968) angegebene Präparationsvariante für den Approximalbereich wird an der Konservierenden Abteilung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen als Standardmethode gelehrt und angewendet. Aus diesem Grund soll auf diese Methode hier näher eingegangen werden.

Präparationstechnik:
Durch einen Scheibenschliff oder einen Schliff mit einer feinen Diamantspitze wird der Approximalkontakt aufgehoben. Mit einem flammenförmigen Diamanten wird die entstandene Fläche hohlgeschliffen und bis zur gewünschten Form extendiert.

Durch die Größe der verwendeten Diamantflamme kann die Ausprägung des Hohlschliffes bestimmt werden.



Wichtig ist, daß vorhandene approximale Kavitäten mindestens 1 - 2 mm allseitig vom Schliff umfaßt werden.

Als Vorteile der Hohlschliffpräparation führt MOTSCH an:

-"Im Gegensatz zur Scheibenschliffpräparation kann die Extension nach bukkal, lingual und zervikal gezielt angelegt und so eine unnötige Oberextension vermieden werden.
- Die Präparationsgrenzen sind eindeutiger als bei der Scheibenschliffpräparation.
- Die Ränder des approximalen Gußfüllungsteiles werden nicht so dünn wie bei der Scheibenschliffpräparation."

Als Indikation nennt MOTSCH:

-"Eine Hohlschliffpräparation ersetzt die Abschrägung der approximal-zervikalen Stufe und ermöglicht eine gute Extension. Sie ist somit bei jeder Kastenpräparation zusätzlich angezeigt.
- Im Falle einer konkaven unteren Approximalfläche ist die Hohlschliffpräparation die Methode der Wahl.
- Sie ist die sicherste Präparationsform bei einer zervikal tiefreichenden Approximalkaries: Bei einer Kastenpräparation kann oft keine

Stufe präpariert werden, und ein Scheibenschliff kann den zervikalen Defekt nicht richtig erfassen.

- Mesial an den oberen Prämolaren und Molaren sollte immer ein Hohlschliff präpariert werden: Der ästhetische Effekt ist besser als bei einem Scheibenschliff und der konkave untere Approximalbereich wird sicher erfaßt."

2.2.2.2 Okklusale Hauptkavität

Typeneinteilung der okklusalen Präparationsformen nach MOTSCH (1971):

A

Ausschrägung bis auf die Höckerkanten

B

Dachziegelförmiges Überkuppeln

C

Abplatten der Höcker mit Schrägschliff zum Zentrum und mit mesial bis distal durchgehender Schulter auf der bukkalen und lingualen bzw. palatinalen Fläche.

Abplatten der Höcker mit Schrägschliff zum Zentrum (Innenschliff) und einem konkaven Außenschliff in Form eines Hohlschliffes

Aufgrund spannungsoptisch-experimenteller Untersuchungen gibt MOTSCH zu den einzelnen Präparationstypen folgendes an:

Typ I (A) zeigt vor allem im Zahnhalsbereich des palatinalen Höckers am oberen Prämolaren eine hohe Spannungskonzentration. Ein Hinweis, warum bei einfacher Anschrägung an avitalen Zähnen dieser Höcker oft frakturiert.

Typ II (B) nur wenig günstiger als Typ I.

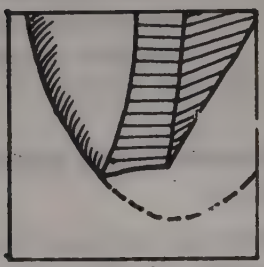
Typ III (C und D) statisch wesentlich günstiger. Die Präparation einer durchgehenden, abgeschrägten Schulter an der Außenfläche des Zahnes bringt jedoch keine Vorteile gegenüber einem konkaven Außenschliff.

MOTSCH empfiehlt deshalb folgende Präparationsformen:
Prämolaren und Molaren im Oberkiefer palatinal Typ III C,
bukkal aus ästhetischen Gründen möglichst Typ I, falls keine größeren Höckerkorrekturen erforderlich sind.
Prämolaren und Molaren im Unterkiefer bukkal Typ III C, lingual Typ I, falls keine größeren Höckerkorrekturen erforderlich sind.

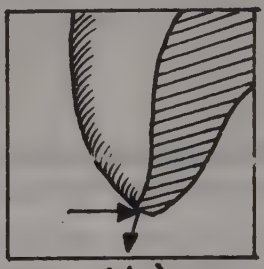
SCHILLINGBURG, HOBO und FISHER (1974) empfehlen für die Stampfhöcker die Präparation einer Stufe mit Abschrägung oder eine Hohlkehlpräparation , verlangen aber für die Scherhöcker einen äußeren Federrand.

Für diesen Federrand werden zwei Präparationsformen angegeben, die nach ästhetischen Gesichtspunkten gewählt werden können:

1. Schmaler flacher Federrand (1 a): Er wird bevorzugt, wenn die Ästhetik wichtig ist. Durch seine Anwendung kann der sichtbare Goldanteil sehr gering gehalten werden, was bei einer richtigen Abrundung der Goldkante am bukko-okklusalen Rand dazu führt, daß das Licht hauptsächlich nach unten reflektiert und so von einem Beobachter das Gold weniger leicht erkannt wird (1 b).



1 a.)



1 b.)

2. Doppelt abgewinkelter Rand (2 a): Diese Randform sollte für Gebiete starker okklusaler Belastung reserviert bleiben, wenn die Ästhetik nicht von primärer Bedeutung ist. Hier wird das Gold an der bukko-okklusalen Kante aber flach und dick, so daß auffallendes Licht fast vollständig horizontal reflektiert und dadurch sichtbar wird (2 b).

2 a.)

2 b.)

Eine okklusale Präparationsgrenze ohne Federrand ist absolut unannehmbar, da die ungestützte Schmelzkante leicht frakturieren kann.

3.)

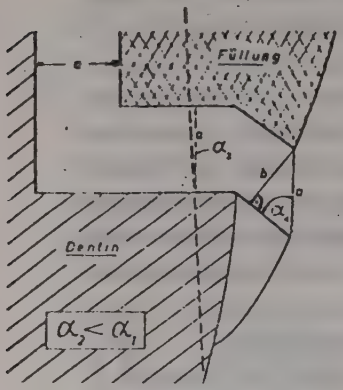
GORMSEN (1960) schreibt zur Präparation der Okklusalfläche:
In der Okklusalfläche wird nicht ein Kasten präpariert. Die ganze Fläche bis zum Rande der Höcker, oder auch darüber hinaus, wird mit Rädchen oder Walzen so beschliffen, daß eine V-förmige Rinne entsteht. Der Scheitel des Winkels liegt in einer Tiefe, die etwa dem Boden einer Kastenpräparation entspricht. Der Winkel ist mehr oder weniger stumpf oder rechtwinklig, je nach der Neigung der Höckerflächen. Die Rinne verläuft nicht geradlinig von einer Approximalfläche zur anderen, sondern folgt ungefähr den Konturen der Höcker. Besonders der Obergang zu den approximalen Schlifflächen wird erweitert und abgerundet. Hierdurch wird an diesen wichtigen Stellen genügende Materialstärke ohne tiefen Eingriff erreicht.
Es wird stets die ganze Kaufläche in die Präparation einbezogen. Kariöse Stellen auf der bukkalen oder lingualen Seite können ebenfalls einbezogen werden. Als Vorteil dieser Präparationsmethode nennt GORMSEN folgende Punkte:

- Geringer Verlust an Zahnsubstanz, besonders in Pulpanähe,
- durch Bedeckung der Kaufläche bis auf die Höckerspitze keine Frakturgefahr,
- keine Kantenabschrägung notwendig, da beim Abrieb auf der Kaufläche das Gold an die Zahnhartsubstanz automatisch anpoliert wird, ohne daß dabei Schmelzprismen ausbröckeln können,

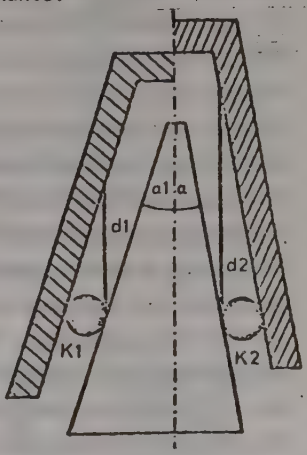
- da tiefe Kavitäten fehlen, ist die Abdruckmasse keinen Verzerrungen ausgesetzt,
- die Gußstücke werden gleichmäßig dick, was sich in einer Verringerung der Dimensionsänderungen auswirkt.

2.2.2.3 Zusammenhang zwischen Randgestaltung und Paßgenauigkeit

MOTSCH (1968) weist darauf hin, daß die Paßgenauigkeit einer Gußfüllung grundsätzlich von den Schliffwinkeln an den Kavitätenrändern abhängt. Er begründet dies mathematisch und erklärt so die größere Paßgenauigkeit bei der approximalen Scheibenschliffpräparation und der okklusalen Anschrägung bis auf die Höckerkante.



$b = a \times \sin \alpha$
$b = a$ bei $\alpha = 90^0$
$b = 0$ bei $\alpha = 0^0$



Daher fordert MOTSCH, bei der Kavitätenpräparation einer Gußfüllung möglichst immer flache breite Schliffwinkel anzustreben.
Trotz dieses Sachverhaltes führt ein maximales Abschrägen nicht zu einer Randspaltbreite von $\pm$ 0, da zwischen Korngröße des Zementes und dem Konvergenzwinkel der Präparation (MOTSCH 1975) eine gewisse Beziehung besteht, die sich in einer sogenannten axialen Ungenauigkeit bzw. in einer Vergrößerung der sogenannten Vertikaldistanz bemerkbar macht. Bei gleicher Korngröße des Zementes kann ein Gußkörper an den approximalen Schlifflächen mit zunehmender Parallelität der Schliffwinkel immer weniger dicht auf den Zahn aufgepreßt werden.

2.2.2.4 Einfluß der Schleifkörper auf die Präparation

EICHNER, MOTSCH und KOHL (1972) nehmen zum hochtourigen Schleifen und Bohren Stellung. Sie nennen dabei außer dem Vorteil der Ersparnis an Zeit und Arbeitsaufwand auch die Gefahren, die mit diesen Methoden heraufbeschworen werden.
Neben der artifiziellen Eröffnung der Pulpa und Hitzeschäden können Spannungsrisse und Auflockerungen des Schmelzgefüges am präparierten Zahn entstehen. Auch ist der Nachbarzahn einer Verletzungsgefahr ausgesetzt. Um dort artifizielle Defekte, welche die Entstehung von Karies provozieren können,zu vermeiden, legen die Autoren nahe, den Nachbarzahn durch einen Kupferring oder ein Matrizenband zu schützen.

ONTRUP (1966) untersuchte die Oberflächenrauhigkeit nach Bearbeitung mit verschiedenen umlaufenden Werkzeugen in allen Drehzahlbereichen.
Als Maß für die Rauhigkeit wurde die Rauhtiefe mit einem Tastschnittmeßgerät vermessen. Die gemessenen Werte lagen im allgemeinen zwischen 30 und 50 µ. Nur mit Sandpapierscheiben konnten Werte von 1,7 µ erreicht werden.
Zwischen Schmelz und Dentin wurden keine nennenswerten Unterschiede gefunden.
Eine Gliederung der Instrumente nach erzeugten Rauhtiefen wurde erstellt:

1. Diamantschleifwerkzeuge, Fräßen mit Querhieb, rauh
2. Grobe Karborundum-Schleifwerkzeuge,
3. Stahl-Carboscheiben, Karborundum-Schleifspitzen,
4. Finierer,
5. Papierschleifscheiben. fein

Aus den ermittelten Ergebnissen leitete ONTRUP die Forderung ab, die Schmelzränder mit Karborundum-Schleifwerkzeugen, Finierern und Sandpapierscheiben bei ca. 10 000 U/min. nachzuarbeiten.

Die Randgestaltung von Kavitäten, die mit unterschiedlichen Instrumenten bearbeitet wurden, untersuchte LINKE (1966). Er unterschied dabei in Einlaufrand (Schleifrichtung in die Kavität hinein) und in Auslaufrand (Schleifrichtung aus der Kavität heraus).
Durchweg wurden beim Einlaufrand geringere Rauhigkeiten ermittelt. Sämtliche ermittelten Werte lagen jedoch niedriger als die von ONTRUP angegebenen. Eine kontinuierliche Steigerung der Rauhigkeit mit steigendem Druck und steigenden Drehzahlen konnte nicht gefunden werden, was mit der Abhängigkeit von der Rauhtiefe und Korngröße der Instrumente erklärt wurde. Die von ONTRUP aufgestellte Gliederung der Instrumente nach erzeugter Rauhigkeit wurde bestätigt.
Ein Nacharbeiten im niederen Drehzahlbereich forderte auch LINKE, weil bei den hochtourigen Maschinen ein Wechsel der Laufrichtung nicht möglich ist, die Kavitätenwände also nicht überall einlaufend bearbeitet werden können.

2.2.3 Einsetzen der Gußfüllung

"Der schwierigste Arbeitsgang in der Gußfüllungstechnik ist das Zementieren", schreibt MOTSCH (1975) und gibt daher eine sehr detaillierte Arbeitsanleitung:
Vor dem definitiven Einzementieren werden die Abnehmerknöpfe entfernt und überpoliert, die Gußfüllung gereinigt und entfettet.
Die Präparation wird mit 3 %iger H_2O_2-Lösung gereinigt und mit Watterollen trockengelegt. Kavität nicht lackieren.
Die Gußfüllungen werden einzeln einzementiert. Das Anmischen des Zinkoxyd-Phosphatzementes geschieht zweizeitig.
Zum zweizeitigen Anmischen des Zinkoxyd-Phosphatzementes geben BAUER und GUTOWSKI (1975) folgendes an:
"Auf einer sauberen gekühlten Glasplatte werden pro Gußteil etwa zwei Tropfen Phosphatzement-Flüssigkeit mit sehr wenig Zementpulver gut vermischt. Man läßt diese Mischung eine Minute stehen. Nach dieser Minute

wird der Zement in kleinen Portionen diesem Pulver-Flüssigkeits-Gemisch zugegeben, wobei jede zugegebene Portion gut durchgespatelt werden muß.
Der Anmischvorgang ist beendet, wenn beim Anheben des Spatels für eine kurze Strecke eine Zementbrücke entsteht, die bei weiterem Hochheben abreißt. Auf diese Weise wird die Abbindezeit des Zementes auf ca. 6 Minuten verlängert.
Sollte jedoch eine Abbindezeit von etwa 8 - 9 Minuten benötigt werden, so ist folgendermaßen vorzugehen:
Eine kleine Menge Zementpulver wird mit der Zementflüssigkeit gemischt. Die Mischung bleibt eine Minute stehen. Eine weitere kleine Menge Zementpulver wird nun beigemischt. Auch diese Mischung bleibt eine Minute stehen. Erst dann wird das restliche Zementpulver in kleinen Portionen zugemischt."

"Der Zement wird nun"- weiter nach MOTSCH (1975) -"mit einer Spritze zuerst in die Gußfüllung, dann in die Kavität gefüllt (Zahn ist warm). Die mit Zement gefüllte Gußfüllung sofort in die mit Zement gefüllte Kavität setzen und mit Fingerdruck (Finger vorher vasilinieren) fest aufpressen.
Zementüberschuß sofort mit dem Finger von den Rändern abwischen (Vorsicht Speichel!) und die Passung der Füllung kontrollieren. Sofort Vaseline überall im Oberschuß an den Zahn spritzen (Einwegspritze aus Kunststoff). Die Zementränder dürfen längere Zeit nicht mit Feuchtigkeit in Berührung kommen: Durch das folgende Einpressen kommt es zu Pumpeffekten entlang der Ränder; außerdem diffundiert Feuchtigkeit in die noch vorhandenen Zementspalten.
Auf Orangenholzstab kräftig beißen lassen. Der Holzstab muß vor dem Zementieren einige Minuten in ein Glas Wasser gestellt werden. Einige Male das Auflagegebiet des Holzstabes ändern und wieder zubeißen lassen: Bei exzentrischer Lage des Holzstabes kann die Gußfüllung einseitig abgehebelt werden. Immer wenn der Patient fest auf den Holzstab aufbeißt, soll man an dem Ende des Stabes kräftig auf- und abhebeln, damit der Patient tatsächlich großen Druck ausübt.

Durch die Druckkraft der Kaumuskeln soll überschüssiger Zement langsam abgepreßt werden: Flüssigkeitsströmungsmenge = Funktion von Zeit und Druckkraft, wobei die Größe der Druckkraft nicht so wichtig ist, wie die Dauer der Kraftanwendung.
Eine kräftige kontinuierliche Druckkraft von 5 - 15 kp ist zweckmässiger als eine sehr hohe plötzliche Druckkraft. Deshalb keinen Bleihammer benutzen! Der Abfluß des Zementüberschusses wird durch Hammerschläge (hydrostatischer Druck) sogar behindert (Frakturgefahr!).
Ausnahme: Fehlt der Antagonist, so soll man die Gußfüllung durch viele leichte Hammerschläge auf einen Holzstab in die Kavität treiben: Holzstab anspitzen und Spitze in das Zentrum der Kaufläche setzen.

Kurze Kontrolle der Okklusion: Der Patient soll schnell prüfen, ob die Gußfüllung noch so sitzt, wie bei der Anprobe. Ist die Füllung eindeutig zu hoch, dann schnell kontrollieren weshalb, und schnell entscheiden, ob nochmaliges Aufpressen erfolgversprechend ist. Gegebenenfalls Zementierung sofort abbrechen, Füllung schnell abheben, Kavität schnell ausspritzen und reinigen."

2.2.4 Anpolieren der einzementierten Gußfüllung

Durch den Druck des beim Einzementieren abfließenden Zementes werden die Federränder aufgebogen, was zu einer Verbreiterung des Zementspaltes führt.
Aufgrund der physikalischen sowie der toxikologischen Eigenschaften des Zementes (WAERHAUG 1953, KLÖTZER 1973) muß der Zementspalt als schwächste Stelle der Gußfüllung angesehen werden.
Es ist daher notwendig, den Zementspalt wenigstens am Rand möglichst dünn zu halten, zumal die Löslichkeitsgeschwindigkeit des Zementes im Spalt nach KNAPPWOST mit der 3. Potenz der Spaltweite ansteigt.

OEHLKE (1971) stellte bei Messungen an polierten und teils zementierten Gußfüllungen auf Phantomzähnen und extrahierten menschlichen Zähnen eine Erhöhung der mittleren klinischen Ungenauigkeit durch das Anpolieren mit Schlagpolierern um ca. 40 µm fest.

R. MAYER (1977) setzte einzementierte genormte Gußfüllungen einer radioaktiven Flüssigkeit aus, um über die Menge der aufgenommenen radioaktiven Isotopen Aufschluß über die Randdichte verschiedener Randpräparationen bei unterschiedlichen Nacharbeitungsmethoden zu gewinnen.
Gußobjekte mit Federrand-Präparation (okklusale Stufe mit Abschrägung, Präparation der Approximalkavität nicht bekannt) zeigten bei Nacharbeitung mit einem "Handtrimmer" noch vor dem Erhärten des Zementes eine sehr geringe Impulsrate, während bei Nacharbeitung nach Erhärten des Zementes die Impulsrate über das vierfache anstieg.
MAYER hält aufgrund dieser Ergebnisse eine Bearbeitung der Ränder nach Erhärten des Zementes für nicht zulässig und spricht sich für eine Randbearbeitung noch während der Abbindephase des Zementes aus.

STRUB, STIFFLER und LUTZ (1980) untersuchten die Brünierwirkungen von Arkansassteinen, Schofusteinen und Wolframkarbidtrimmern. Das Brünieren erfolgte noch bevor der Zement abgebunden hatte. Als Parameter wurden die Randlänge, die Zementbreite und der prozentuale Anteil mit fehlendem Zement mit dem Rasterelektronenmikroskop untersucht.
Spaltbreiten und Länge des Restaurationsrandes wurden zusätzlich noch mit einem Durchlichtmikroskop beurteilt. Es konnte gezeigt werden, daß durch Brünieren Verbesserungen aller Parameter eintraten. Lediglich bei der Beurteilung "Restaurationsrand zu kurz" ergaben sich unterschiedliche Brüniereffekte der verwendeten Instrumente. Der Arkansasstein schnitt am besten, der Schofustein am zweitbesten und der Wolframkarbidtrimmer am schlechtesten ab.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methode

Untersucht wurden Patienten der Abteilung für Zahnerhaltung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen, die in Studentenkursen mit Onlays/Overlays versorgt worden waren.

47 Probanden stellten sich für die Untersuchung zur Verfügung. Einer davon mußte wegen einer bestehenden Hydantoinhyperplasie, ein anderer wegen einer berufsbedingten generalisierten Entzündung der Gingiva von der Untersuchung ausgeschlossen werden.

Von den verbliebenen 45 Probanden waren 21 Frauen und 24 Männer, 9 davon waren Zahnmedizinstudenten (2 Frauen und 7 Männer).
Der jüngste Proband war 21 Jahre, der älteste 53 Jahre alt.
Das Durchschnittsalter betrug 30,22 Jahre.

Voraussetzungen für die Teilnahme an der Untersuchung waren:

a) Bereitschaft der Probanden zu einer Röntgenuntersuchung der betreffenden Zähne mit Bißflügelaufnahmen (MÖHLEMANN 1974, HEUSER 1974).

b) Mindesttragedauer der Onlays/Overlays von 2 Monaten, um Irritationen durch Präparation und Einzementierung auszuschließen (WAERHAUG 1953).

c) Die Onlays/Overlays mußten approximal in den Gingivalsulcus reichen.

d) Im Sulcus durften weder Konkremente noch Zementreste gefunden werden, um hiervon ausgehende mechanische und toxische Reize auszuschließen (WAERHAUG 1953).

e) Jeder Proband mußte über eine unversorgte Approximalfläche (antagonistisch oder kontralateral) mit klinischem und röntgenologischem D-Grad kleiner als 3 nach dem klinischen und röntgenologischen DMF-Index verfügen (MOHLEMANN 1974, siehe S. 28 und S. 38).

Aufgrund der unterschiedlichen Plaqueakkumulation an den verschiedenen Approximalflächen der einzelnen Zähne im Ober- und Unterkiefer wäre es sinnvoll gewesen, für jede versorgte Fläche eine entsprechende kontralaterale oder antagonistische unversorgte Kontrollfläche zum Vergleich heranzuziehen. Angesichts der ausgedehnten konservierenden Versorgung aller Probanden war dies aber in keinem Fall möglich.

3.1.1 Untersuchungsliste

Proband-Nr.: Untersuchungsdatum:

Alter: Geschlecht: Beruf:

Zahnputzhäufigkeit:

Verwendung von Munddusche: Zahnseide: Zahnstocher:

Angaben über Zähneknirschen:

Onlay/Overlay an Zahn: Tragedauer:

	Versorgter Zahn		Vergleichszahn....	
Plaque-Index nach SILNESS und LÖE	Pfm Mf Pfd	Pom Mo Pod	Pfm Mf Pfd	Pom Mo Pod
Sulcus-Blutungs-Index nach MÖHLEMANN	Pfm Mf Pfd	Pom Mo Pod	Pfm Mf Pfd	Pom Mo Pod
Tiefe des klinischen Sulcus	Pfm Mf Pfd	Pom Mo Pod	Pfm Mf Pfd	Pom Mo Pod
Klinischer Befund für D nach DMF-Index	m	d	m	d
Fadenprobe	m(+/-)	d(+/-)	m(+/-)	d(+/-)
Eckzahnführung	+/-		+/-	
Schlifflächen	+/-		+/-	
Fehlkontakte	+/-		+/-	
Approximalkontakt punktförmig/flächig	m(+/-) m	d(+/-) d	m(+/-) m	d(+/-) d
Approximalraum normal/unterkonturiert	m	d	./.	
Radiologischer D-Grad nach DMF-Index	m	d	m	d
I-Gruppe	m	d	./.	

3.1.2 Klinische Untersuchungsmethoden und verwendete Indices

Die einzelnen Untersuchungen wurden bei allen Probanden in gleicher Reihenfolge durchgeführt, um Beeinflussungen der nachfolgenden Untersuchungen möglichst auszuschließen.

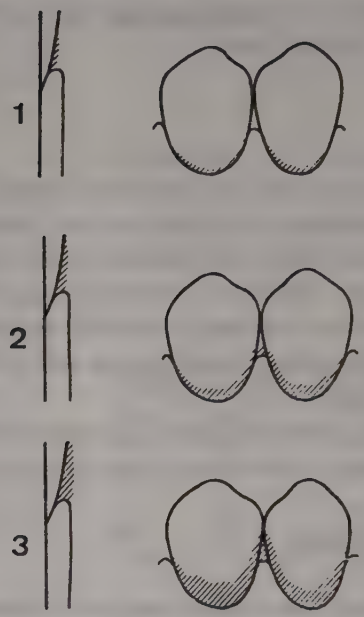
3.1.2.1 Anamnese

Zunächst wurden in einer kurzen Anamnese Alter, Beruf, Häufigkeit des Zähneputzens, die Verwendung von Hilfsmitteln zur Mundhygiene (Munddusche, Zahnseide, Zahnstocher) und Zähneknirschen erfragt.
Minimalforderung bei der zusätzlichen Anwendung von Hilfsmitteln war, daß sie mindestens zweimal regelmäßig pro Woche angewendet wurden.
Die Frage nach dem Knirschen und/oder Pressen sollte das Auffinden von Parafunktionen erleichtern.
Die Tragedauer der Onlays/Overlays wurde aus den Karteikarteneinträgen ermittelt und in Monaten in der Untersuchungsliste registriert.

3.1.2.2 Plaque-Index-System

Zu Beginn der klinischen Untersuchung wurde der Plaque-Index ermittelt. Dem Plaque-Index-System nach SILNESS und LÖE (1964) wurde der Vorzug gegeben. Es erfaßt die momentane Plaqueanhäufung in unmittelbarer Verbindung mit der Gingiva.

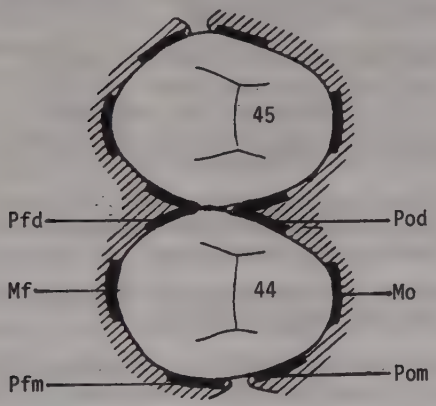
Plaque-Index-System nach SILNESS und LÖE



Grad	Kriterien
0	Keine Plaque.
1	Dünner Film von Plaque auf dem Gingivarand, nur zu erkennen nach Abstrich mit der Sonde.
2	Mäßige Plaqueablagerung, mit dem bloßen Auge erkennbar.
3	Viel Plaque neben dem Zahnfleischrand, Interdentalraum ganz mit Plaque ausgefüllt.

Nach diesen Kriterien wurde der Plaque-Index für die mit Onlays/Overlays versorgten Zähne und die Vergleichszähne aufgenommen. Nach kurzem vorsichtigem Trocknen mit dem Luftbläser wurden die Indexzahlen an folgenden 6 Stellen bestimmt:

Pfm = Papille fazial mesial
Mf = Marginale Gingiva fazial
Pfd = Papille fazial distal
Pod = Papille oral distal
Mo = Marginale Gingiva oral
Pom = Papille oral mesial



(Umzeichnung nach MOHLEMANN 1974)

Die mesialen und distalen Werte wurden zu je einem Wert (approximal-mesial bzw. approximal-distal) zusammengefaßt. Aus den jeweiligen Approximal- und Marginalwerten wurde der Durchschnittswert für den "halben Zahn" errechnet.

3.1.2.3 Sulcus-Blutungs-Index

Nachfolgend wurde der Sulcus-Blutungs-Index nach MÖHLEMANN und SON (1971) bestimmt.
Dieser Index gibt durch seine feine Abstufung ein genaues Bild über den momentanen Entzündungsgrad des marginalen Parodontiums.

Kriterien für den Sulcus-Blutungs-Index (nach MÖHLEMANN 1974)

Grad	Kriterien
0	Gesund aussehende P- und M-Einheiten. Auf schonungsvolle, stumpfe Sondierung des Sulcus nicht blutend.
1	Scheinbar gesunde P- und M-Einheiten, ohne Verfärbung oder Schwellung, jedoch bei schonungsvoller Sondierung des Sulcus tritt innerhalb von 15 sec. eine leichte Blutung auf.
2	Blutung auf Sondierung, zusätzlich entzündungsbedingte Farbveränderungen der Einheit, keine Schwellung.
3	Blutung auf Sondierung und Farbveränderung und leichte Schwellung.
4	a) Blutung auf Sondierung, Farbveränderung und deutliche Schwellung. b) Blutung auf Sondierung und deutliche Schwellung.
5	Blutung bei Sondierung, Spontanblutung, Farbveränderung, starke Schwellung mit oder ohne Ulceration.

Als Meßinstrument diente ein Schlingenparodontometer (WIRONIT 1580), das ein schonungsvolles Sondieren erlaubt. Das Instrument wurde vorsichtig in den Sulcus eingeführt und leicht hin und her bewegt. Dann wurden maximal 15 sec. abgewartet, bis eine Blutung auftrat.
Durch Üben auf einer Briefwaage sollte ein Gefühl für die geringen Kräfte (20 - 30 p nach GABATHULER und HASSELL 1971) erlangt werden.

Die Meßstellen wurden analog dem Plaque-Index gewählt (siehe Abb. S.25).

Die Werte wurden wie folgt zusammengefaßt:
Aus den jeweiligen Approximalwerten wurden die approximalen Durchschnittswerte (approximal-mesial bzw. approximal-distal) gebildet; aus den Approximal- und Marginalwerten wurde wiederum der Durchschnittswert für den "halben Zahn" errechnet.

3.1.2.4 Tiefe des klinischen Sulcus

Gleichzeitig mit dem Sulcus-Blutungs-Index wurde die Tiefe des klinischen Sulcus bestimmt (ERICSSON und MARKEN 1968). Die Einteilung des Parodontometers ermöglichte ein hinreichend genaues Ablesen.

3.1.2.5 Klinischer Befund der approximalen Füllungsränder

Der klinische Befund der approximalen Füllungsränder gestaltete sich relativ schwierig. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Füllungen war der Approximalraum nicht bis zur Tiefe des Füllungsrandes einsehbar. Der interessante Teil der Füllung hinsichtlich der Parodontal- und Kariesprophylaxe entzog sich so der Kontrolle des Auges und konnte nur mit Hilfe einer Sonde (bzw. Distalsonde) überprüft werden.
Ein sonst wichtiges Kriterium bei der Kariesdiagnostik, das "Kleben der Sonde" hatte hier sehr geringe Bedeutung, da nicht einwandfrei unterschieden werden konnte, ob die Sonde in einer kleinen kariösen Läsion, oder im Randspalt unter dem dünnauslaufenden Federrand hakte.
Auch die Kriterien für D (decayed) des DMF-Index (KLEIN und PALMER 1940/41) gaben nur geringfügig Hilfestellung. Zum einen waren die Approximalränder schlecht oder gar nicht einzusehen, zum anderen wurde oft bis an die Schmelz-Zement-Grenze präpariert; die Kriterien verloren somit ihre Gültigkeit, da sie ja die kariös veränderte Schmelzoberfläche beurteilen.

Definition der klinischen Läsions-Grade (nach MÖHLEMANN 1974)
Fissuren, Grübchen (Füllungsrand)

Grad	Kriterien
0	Gesund.
1	Dünne, helle Linie, kreidiger Rand in Fissur oder Grübchen (oder am Schmelzübergang zum Füllungsrand).
2	Dünne, braune bis schwarze Linie.
3	Sicherer Defekt in keiner Richtung größer als 2 mm.
4	Sicherer Defekt, größer als 2 mm.

Um die Frage Sekundärkaries ja oder nein nun doch zu klären, wurden die Bißflügelaufnahmen (vgl. S. 37) herangezogen (MÖHLEMANN 1974). Die Ergebnisse der Röntgenuntersuchung wurden mit den klinischen Befunden verglichen. Der Röntgendiagnose wurde der Vorzug gegeben.

3.1.2.6 Klinischer Befund der Kontrollflächen

Zur Beurteilung der Kontrollflächen wurden die Kriterien für D des DMF-Index herangezogen.

Definition der klinischen Läsionsgrade (nach MÖHLEMANN 1974)
Glattflächen und Approximalflächen

Grad	Kriterien
0	Gesund.
1	Kreidefleck in keiner Richtung größer als 2 mm.
2	Kreidefleck größer als 2 mm.
3	Defekt kleiner als 2 mm.
4	Defekt größer als 2 mm.

Die Kontrollfläche wurde mit dem Luftbläser getrocknet und mit Spiegel und Sonde untersucht. In einigen Fällen wurde zur besseren Einsicht die Papille mit der Sonde vorsichtig niedergedrückt. Die Fläche durfte keine Rauhigkeiten oder Läsionen aufweisen.

3.1.2.7 Fadenprobe

Um kleine Läsionen, Rauhigkeiten oder Imperfektionen aufzufinden, wurden die Approximalräume der versorgten Flächen und der Kontrollflächen mit gewachster Zahnseide untersucht. Die Zahnseide wurde unter leicht "sägenden" Bewegungen über den Kontaktpunkt nach zervikal geführt und dann an der Approximalfläche anliegend nach koronal bewegt.
Blieb die Zahnseide an einer versorgten Fläche hängen oder faserte sie sich auf, so war dies ein Hinweis auf einen Defekt (Imperfektion oder kariöse Läsion).
An der Kontrollfläche durfte der Faden weder hängenbleiben noch auffasern, um eine mechanische Irritation der Papille auszuschließen.

3.1.2.8 Eckzahnführung

Inwieweit bei der Lateralbewegung eine Eckzahnführung oder eine Gruppenführung durch die Seitenzähne vorlag, wurde mit Hilfe einer Okklusionsprüffolie überprüft. Es wurde die GHM-Okklusionsprüffolie von HANEL verwendet (MOTSCH 1977).
In Anlehnung an MOTSCH wurde wie folgt vorgegangen:

a) Mund öffnen und Kaufläche mit einer Watterolle trocknen.
b) Rote Folie doppelt mit Hilfe einer Klemmpinzette (GHM-Miller-Klemmpinzette) einlegen und darauf achten, daß die Farbseite außen liegt.

c) Zähne tippend in Kontakt bringen und vorsichtig Exkursionsbewegungen ausführen lassen (Proband nicht führen).
d) Mund öffnen und Kontaktmarkierungen studieren.
e) Andersfarbige Folie (grün oder schwarz) mit der Klemmpinzette einlegen und Zähne tippend in Kontakt bringen. So werden Kontakte in der habituellen Okklusion markiert.

3.1.2.9 Fehlbelastungen

Unter dem Begriff Fehlbelastungen wurden Fehlkontakte und Schliffflächen zusammengefaßt. Nach diesen Merkmalen wurde als Indiz für nicht axiale Belastung des Onlay-/Overlay-Zahnes gesucht. Schliffflächen waren dabei als glänzend polierte Flächen erkenntlich. Als Fehlkontakte wurde nach Primärkontakten, Balancekontakten und die Füllung einseitig dezentral belastenden Kontakten gesucht. Dies gelang wieder mit der GHM-Okklusionsprüffolie (HANEL).
Primärkontakte zeichneten sich nach Benutzen der Folie nicht als Punkte, sondern als kleine Kreise ab.
Bei vorhandenen Balancekontakten konnte der Proband bei der Lateralbewegung eine HANEL-Folie auf der Mediotrousionsseite festhalten.

3.1.2.10 Approximalkontakt

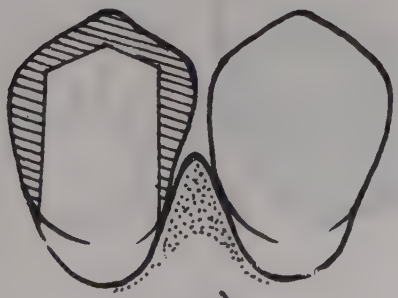
Die Untersuchung des Approximalkontaktes bestand aus zwei Beurteilungen:
1. Ist ein Approximalkontakt vorhanden?
2. Wenn ja, ist der Kontakt mehr punktförmig oder mehr flächig?
Die erste Beurteilung wurde mit Hilfe eines Matrizenbandes (Toffelmire thin 0,05 mm Nr. 1) vorgenommen. Der Kontakt wurde als vorhanden gewertet, wenn das ungefaltete Matrizenband schwer durchgeschoben werden konnte, doppelt genommen aber nicht mehr durchging.

Als punktförmig wurde eine "Kontaktfläche" von ca. 1 mm^2 bezeichnet. Die horizontale Ausdehnung wurde mit dem Mundspiegel oder direkt mit dem Auge bestimmt. Um die vertikale Ausdehnung festzulegen, wurde von oral mit einer Kaltlichtlampe (DORR-Dental) durch den Approximalraum geleuchtet und dabei, wenn notwendig, mit einer Sonde vorsichtig die Papille niedergedrückt.

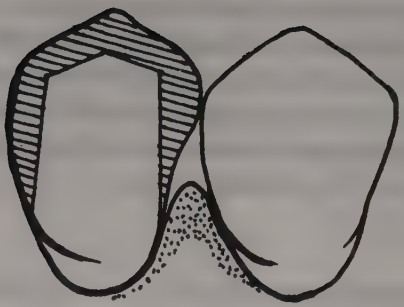
3.1.2.11 Approximalraumgestaltung

Zur Beurteilung des Approximalraumes mußten Kriterien erst geschaffen werden. Es wurde unterschieden zwischen "normal konturiert" und "unterkonturiert". Als unterkonturiert wurde ein Approximalraum bezeichnet, wenn (in Anlehnung an MOTSCH 1968)

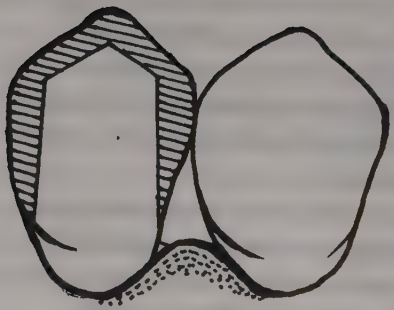
a) der Approximalraum nach okklusal offen war,
b) die Approximalflächen in senkrechter Richtung so stark konkav waren, daß sie der Papille keinen Schutz mehr boten,
c) bei stark atrophierten Papillen die Approximalflächen in senkrechter Richtung nicht durch konvexe Form den Raumverlust ausglichen,
d) durch übertrieben konvexe Form horizontal eine zu große linguale bzw. buccale Interdentalnische entstand.



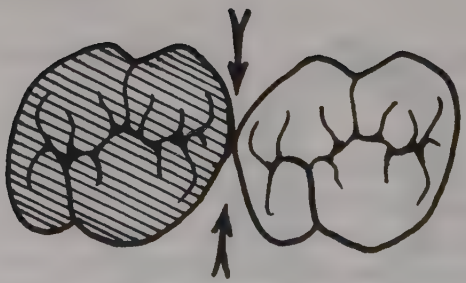
a.)



b.)



c.)



d.)

3.1.3 Röntgenuntersuchung

Zur röntgenologischen Beurteilung des Füllungsrandes und des Kariesbefalls der Kontrollflächen wurden Bißflügelaufnahmen angefertigt. Die Aufnahmen wurden mit einem Röntgenapparat des Typs Ritter Explorer, Kurztubus, und Kodak Ultra-Speed Filmen hergestellt. Die Filme wurden in einer automatischen Entwicklungsmaschine (Siemens Pantomat P 6) entwickelt.

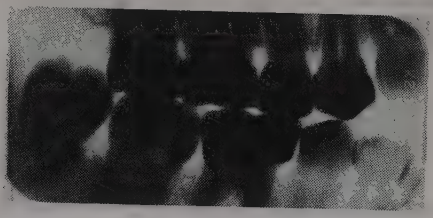
3.1.3.1 Zur Auswertung der Röntgenbilder

Die Bißflügelaufnahmen wurden mit einem Lupenmikroskop bei 20facher Vergrößerung und einer Meßskala mit 0,05 mm Unterteilung im Durchlicht auf iatrogene Imperfektionen an den approximalen Füllungsrändern ausgewertet. Für die Beurteilung der zervikal-approximalen Hartsubstanz von versorgten Zähnen und Kontrollzähnen wurde eine 2fache Vergrößerung wegen des größeren Bildausschnittes gewählt.

3.1.3.2 Erfassung der iatrogenen marginalen Irritationen (Imperfektionen)

Röntgenologisch erfaßbare Imperfektionen:

Unterschuß

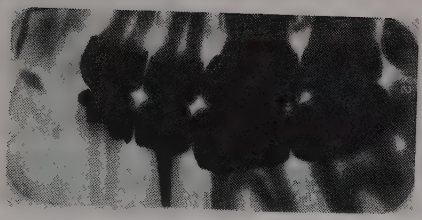


Unterschuß bei Zahn 15 d

Randspalt

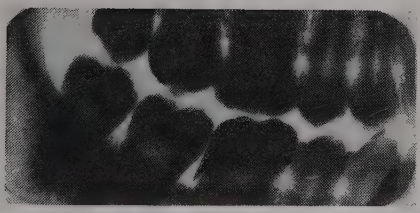
Randspalt bei Zahn 37 d

Oberschuß



Oberschuß bei Zahn 24 m

Abstehender Federrand

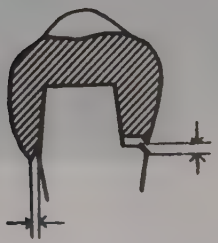


Abstehender Federrand
bei Zahn 46 d

3.1.3.3 Beurteilungskriterien für die röntgenologische Auswertung der Imperfektionen in Anlehnung an MÖHLEMANN (1974) und DUNCKER (1978)

Grad	Kriterien
0	Restaurierte Approximalfläche ohne erkennbare Imperfektion.
1	Verdacht auf Imperfektion oder Imperfektion kleiner als 0,1 mm.
2	Sichere Imperfektion kleiner als 1,0 mm.
3	Sichere Imperfektion größer als 1,0 mm.
-	Nicht verwertbar wegen radiopaker Füllung oder Kurvenüberlappung.

Die einzelnen Grade wurden unter der Meßlupe bestimmt. In folgender Weise wurden die Imperfektionen vermessen:



3.1.3.4 Überlegungen zur Röntgenmethode

Sicher bieten Bißflügelaufnahmen eine große Gewähr der Maßstabstreue. Die Reproduktion der approximal-zervikalen Verhältnisse an den Füllungsrändern auf dem Röntgenbild ist aber hauptsächlich von der Richtung des Zentralstrahles abhängig. Dabei ist nicht immer die orthoradiale Einstellung die günstigste, sondern diejenige Richtung, die dem approximalen Präparationsverlauf in vestibulo-lingualer Richtung folgt. Diese wird aber schon mesial und distal unterschiedlich sein. Besonders schwierig wird es, wenn sich mehrere Onlays/Overlays nebeneinander befinden. Jede Abweichung des Zentralstrahles von der optimalen Richtung führt aber zu einer Verzerrung der Situation; sie kann entweder verkleinert oder vergrößert auf dem Röntgenbild erscheinen. Aus Gründen der Strahlenbelastung wurde trotzdem nur eine Aufnahme pro Gesichtshälfte angefertigt. Man möge bei der Beurteilung der Ergebnisse diese Problematik berücksichtigen.
Für eine genauere Aussage über den Grad der Verzerrung der einzelnen Imperfektionen könnten Modellstudien Aufschluß geben.

3.1.3.5 Röntgenologische Kontrolle der Zahnhartsubstanz in der Umgebung des zervikalen Füllungsrandes

Ähnlich der klinischen Kontrolle war die röntgenologische Beurteilung nicht einfach. Die "Definition der radiologischen Läsionsgrade an Approximalflächen" nach MOHLEMANN (1974) (siehe S. 38) war nicht anwendbar, da oft bis zur Schmelz-Zement-Grenze oder darüber hinaus präpariert worden war. In anderen Fällen war zervikal nur noch ein dünner Schmelzrand vorhanden. Dieser ist aber von Natur aus geringer mineralisiert.
Weiterhin setzen die Grade 0, 1 und 2 das Vorhandensein einer genügend großen Schmelzfläche voraus, damit die radioluzente Veränderung im Vergleich mit nicht veränderter Substanz beurteilt werden kann.

Die Grade 3 und 4, die ja mit Defekten einhergehen, sind durch ihre diffuse Begrenzung im Dentin deutlich von iatrogenen Defekten (scharf begrenzt) zu unterscheiden.

3.1.3.6 Röntgenologische Beurteilung der Kontrollflächen

Mit Hilfe der "Definition der radiologischen Läsionsgrade an Approximalflächen" nach MOHLEMANN (1974) wurde der Kariesbefall an den Kontrollflächen beurteilt.

Definition der radiologischen Läsionsgrade an Approximalflächen nach MOHLEMANN (1974)

Grad	Definitionen
0	Gleichmäßige Opazität des Schmelzmantels ohne Helligkeitsunterschiede oder Konturunterbrechung.
1	Kegelförmige Radioluzenz in der äußeren Hälfte des Schmelzes. Initialläsion (Kreidefleck).
2	Radioluzenz auch in der inneren Hälfte des Schmelzes (Kreidefleck oder beginnender Defekt).
3	Radioluzenz durch den Schmelz hindurch und erkennbare Radioluzenz in der peripheren Dentinhälfte (sicherer Defekt).
4	Deutliche Dentinradioluzenz auch in der pulpanahen Dentinhälfte (kariöser Defekt, kariöse Kavität).

Voraussetzung für die Verwendung einer unversorgten Approximalfläche als Kontrollfläche war, daß der radiologische D-Grad kleiner als 3 war.

3.2 Umfang des Untersuchungsmaterials

Insgesamt wurden 220 mit Onlays/Overlays versorgten Approximalflächen untersucht. Zwei davon schieden bei der klinischen Untersuchung aus, weil sie über dem Sulcus endeten. Eine weitere Fläche fiel bei der röntgenologischen Untersuchung weg, weil zervikal des approximalen Füllungsrandes Konkremente entdeckt wurden.
Von den verbliebenen 217 Flächen konnten 31 röntgenologisch wegen Kurvenüberlappungen und Verzerrungen nicht in I-Gruppen eingeteilt werden. Für die I-Gruppen-Vergleiche verblieben somit noch 186 Flächen.
Den statistischen Vergleichen der übrigen Einteilungen lagen 217 Flächen zugrunde.
Diese Anzahl änderte sich dann, wenn eine Einteilung eine Untergruppe einer vorherigen Einteilung war.
So implizierte das Einteilungskriterium "Form des Approximalkontaktes, punktförmig oder flächig" in Tabelle 18 (S. 56), daß der Approximalkontakt vorhanden war. Dies war aber, wie in Tabelle 17 (S. 55) aufgeführt ist, nur bei 185 von 217 Flächen der Fall.
Hier war also das Einteilungskriterium in Tabelle 18 eine Untergruppe der Einteilung von Tabelle 17.

Tabelle 1: Verteilung der versorgten Flächen auf die I-Gruppen

I-Gruppe	Flächen je I-Gruppe	% der I-Gruppen	% der Gesamtheit
0	5	2,69	2,30
1	73	39,25	33,64
2	104	55,91	47,93
3	4	2,15	1,84
-	31	-	14,29
Insgesamt	217	100	100

Tabelle 2: Verteilung der versorgten Flächen auf andere Einteilungen

Einteilung	Anzahl d. Flächen	% der Gesamth.
weiblich/männlich	113 / 104	52,07 / 47,93
Zahnmed.-Stud. / nicht	37 / 180	17,05 / 82,95
distal / mesial	108 / 109	49,77 / 50,23
zusätzl. Mundhyg.-Hilfsm. ja / nein	66 / 151	30,41 / 69,59
Eckzahnführg. ja / nein	13 / 197	5,99 / 90,78
Fehlbelastung ja / nein	156 / 59	71,89 / 27,18
Approximalkontakt ja / nein	185 / 32	85,25 / 14,75
Approximalkontakt punktf. / flächig	67 / 118	30,88 / 54,38
Approximalraumgestaltg. normal / unterkonturiert	158 / 37	72,81 / 17,05

4. UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE, STATISTISCHE AUSWERTUNG UND DISKUSSION

4.1 Anmerkungen zur statistischen Methode

Bei den Mittelwertsvergleichen der I-Gruppen untereinander und mit der Kontrollgruppe wurde der BARTLETT-TEST und der SCHEFFE-TEST durchgeführt.
Diese Tests ermöglichten Mittelwertsvergleiche mehrerer Gruppen gleicher Einteilung. Da der BARTLETT-TEST von möglichst homogenen Besetzungen ausgeht, wurden zunächst alle Gruppen und dann nur die I-Gruppen 1 und 2 und die Kontrollgruppe miteinander verglichen.

In den folgenden Tabellen sind in den Spalten "Signifikanzniveau" zuerst die Ergebnisse der Vergleiche aller Gruppen untereinander, dann die Ergebnisse der Vergleiche der I-Gruppen 1, 2 und K (= Kontrollgruppe) aufgezeigt.

Bei den übrigen Einteilungen wurden die Mittelwerte mit dem t-TEST auf Signifikanz überprüft. Lagen inhomogene Varianzen vor, so wurde die Signifikanz mit dem ASPIN-WELCH-TEST nachgeprüft. Die entsprechenden Variablen sind mit dem Buchstaben F gekennzeichnet. Bei allen so überprüften Variablen konnten die mit dem t-TEST gefundenen Signifikanzen bestätigt werden.

4.2 Auswertung der Untersuchungsergebnisse und Diskussion

4.2.1 Mittelwertsvergleiche der I-Gruppen untereinander und mit der Kontrollgruppe hinsichtlich:

4.2.1.1 Tragedauer

Tabelle 3: Variable 1: Tragedauer der Onlays/Overlays in Monaten

I-Gruppen	Besetzung	Mittelwert	Streuung	Signifikanzniveau	
0	5	9,6	4,4	-	
1	73	11,8	7,09	-	-
2	104	12,1	7,90	-	-
3	4	10,4	2,65	-	

Es lag ein Anstieg der mittleren Tragedauer bei den Gruppen 0, 1 und 2 vor, aber keine Signifikanz, was wohl auf die sehr großen Streuungen innerhalb der Gruppen zurückzuführen ist.
Als Ursache für den Altersunterschied der Onlays/Overlays in den Gruppen 1 und 2 sind Belastungsdeformationen zu diskutieren.
Zu dieser Vermutung kam auch DUNCKER (1978), der bei einer Nachuntersuchung von Inlays einen ähnlichen Unterschied der Tragedauer fand.
Zu bedenken ist, daß es sich bei diesen Belastungsdeformationen um relativ kleine Formveränderungen handelt. Nimmt man an, daß sich die Randspaltbreiten, wie in der Literatur angegeben, im Mittel zwischen 50 µm und 150 µm bewegen (RIETHE 1963, SOBKOWIAK 1964, RIEDEL 1965, OEHLKE 1971, SAUER 1978), dann wird klar, daß die meisten Imperfektionen in Gruppe 1 an die 100 µm-Grenze heranreichten. Schon bei geringfügiger Vergrößerung der Imperfektion wäre dann die nächsthöhere Imperfektionsgruppe erreicht worden.

Auch SONNABEND und MASCHINSKI (1981) gaben bei Gußfüllungen eine geringe Zunahme der Spaltbreite und -tiefe mit der Liegedauer an, ohne die Ursachen zu erörtern.
Eine endgültige Klärung der Belastungsdeformationen kann nur durch entsprechende Modell- und Langzeitstudien erreicht werden.

4.2.1.2 Plaque-Index

Tabelle 4: Variable 2: Plaque-Index nach SILNESS und LÖE
Durchschnitt "1/2 Zahn"

I-Gruppen	Besetzung	Mittelwert	Streuung	Signifikanzniveau	
0	5	0,7	0,49	-	
1	73	1,0	0,53	-	-
2	104	1,1	0,65	-	-
3	4	1,4	1,33	-	
K	45	0,9	0,65	-	-

Tabelle 5: Variable 3: Plaque-Index nach SILNESS und LÖE
Durchschnitt approximal

I-Gruppen	Besetzung	Mittelwert	Streuung	Signifikanzniveau	
0	5	0,7	0,76	-	
1	73	1,3	0,76	-	-
2	104	1,3	0,83	-	-
3	4	1,4	1,31	-	
K	45	1,2	0,67	-	-

Die Auswertung der Plaque-Indices ergab keine signifikanten Unterschiede in der Plaqueansammlung an versorgten und unversorgten Flächen, sowohl für den Durchschnittswert "1/2 Zahn" als auch für die approximalen Werte.
Dies deckt sich mit den Untersuchungsergebnissen von BERGMANN et al. (1971) und DUNCKER (1978).
Die I-Gruppen zeigten zwar mit zunehmendem Imperfektionsgrad einen Anstieg der Plaque-Mittelwerte, was aber der statistischen Berechnung zufolge zufallsbedingt war. Ähnliches fand DUNCKER (1978).

4.2.1.3 Sulcus-Blutungs-Index

Tabelle 6: Variable 4: Sulcus-Blutungs-Index nach MÖHLEMANN
Durchschnitt "1/2 Zahn"

I-Gruppen	Besetzung	Mittelwert	Streuung	Signifikanzniveau	
0	5	0,65	0,52	-	
1	73	1,00	0,72	5 %	1 %
2	104	1,00	0,73	1 %	1 %
3	4	1,19	0,85	-	
K	45	0,52	0,57		

Tabelle 7: Variable 5: Sulcus-Blutungs-Index nach MÖHLEMANN
Durchschnitt approximal

I-Gruppen	Besetzung	Mittelwert	Streuung	Signifikanzniveau	
0	5	0,90	0.74	-	
1	73	1,38	1,05	1 %	1 %
2	104	1,42	1,05	5 %	1 %
3	4	1,38	1,11	-	
K	45	0,73	0,82		

Die Mittelwerte des Sulcus-Blutungs-Index "1/2 Zahn" bei den I-Gruppen 1 und 2 waren gegenüber der Kontrollgruppe signifikant höher. Die beiden Gruppen selbst unterschieden sich in der Schwere der Entzündung nicht. Dies weist auf eine von der Plaqueakkumulation unabhängige höhere Entzündung bei versorgten Flächen hin. Als möglicher Auslöser muß hier die Imperfektion in Betracht gezogen werden.

Diese Vermutung wird durch die noch deutlich höherliegenden durchschnittlichen Entzündungswerte approximal bestärkt. Hier fällt der Marginalwert, der ja von der Füllung weitgehend unbeeinflußt bleibt, weg, und es wird so nur der von Füllung und Imperfektion unmittelbar beeinflußte Bereich betrachtet.

4.2.1.4 Taschentiefe

Tabelle 8: Variable 6: Taschentiefe in mm, Durchschnitt "1/2 Zahn"

I-Gruppen	Besetzung	Mittelwert	Streuung	Signifikanzniveau	
0	5	2,20	0,38	-	
1	73	2,52	0,58	-	-
2	104	2,63	0,61	-	-
3	4	2,50	0,43	-	
K	45	2,37	0,66	-	-

Tabelle 9: Variable 7: Taschentiefe in mm, Durchschnitt approximal

I-Gruppen	Besetzung	Mittelwert	Streuung	Signifikanzniveau	
0	-	-	-	-	
1	73	3,52	1,08	-	5 %
2	104	3,56	1,07	-	5 %
3	-	-	-	-	
K	45	3,02	0,84	-	

Ergaben sich bei den Mittelwerten der Taschentiefe "1/2 Zahn" keinerlei signifikante Unterschiede, so zeigten sich bei den Approximalwerten der I-Gruppen 1 und 2 signifikant höhere Werte gegenüber der Kontrollgruppe.

Als Ursachen müssen in Betracht gezogen werden:

a) Iatrogene Vertiefung des Sulcus bei der Präparation (approximales Abschrägen mit dem flammenförmigen Diamanten).

b) Tiefenproliferation des Taschenepithels bedingt durch höhere Entzündungswerte.

4.2.1.5 Eckzahnführung

Tabelle 10: Variable 8: Eckzahnführung ja = 1, nein = 2

I-Gruppen	Besetzung	Mittelwert	Streuung	Signifikanzniveau	
0	5	2,00	0,00	-	
1	69	1,93	0,26	-	-
2	101	1,97	0,17	-	-
3	4	2,00	0,00	-	
K	45	1,87	0,34	-	-

Es bestand hinsichtlich der Eckzahnführung zwischen den I-Gruppen und der Kontrollgruppe kein Unterschied.

4.2.1.6 Fehlbelastungen

Tabelle 11: Variable 9: Fehlbelastungen ja = 1, nein = 2

I-Gruppen	Besetzung	Mittelwert	Streuung	Signifikanzniveau	
0	5	1,4	0,55	-	
1	73	1,2	0,39	1 %	1 %
2	104	1,2	0,41	1 %	1 %
3	4	1,3	0,50	-	
K	45	1,7	0,48		

Die I-Gruppen 1 und 2 wiesen auf dem 1 %-Niveau signifikant höhere Fehlbelastungswerte als die Kontrollgruppe auf.
Es wird sich hier wohl um iatrogene okklusale Imperfektionen gehandelt haben. Die gleichen Fehlbelastungswerte der Gruppen 1 und 2 zeigten, daß diese Fehlbelastungen zu keinen Belastungsdeformationen der Approximalflächen führten.

4.2.2 Mittelwertsvergleiche nach weiteren Einteilungskriterien

Legende zu den folgenden Tabellen:

E = Einteilung, Bes = Besetzung,
M = Mittelwert, Str = Streuung.

4.2.2.1 Geschlecht

Tabelle 12: Einteilungskriterium: Geschlecht
(w = weiblich, m = männlich)

Variable	E	Bes	M	Str	p
Tragedauer in Monaten	w	113	12,88	8,03	0,0997
	m	104	11,22	6,61	
Plaque-Index "1/2 Zahn"	w	113	1,12	0,67	0,0360
	m	104	0,93	0,63	
Plaque-Index approximal	w	113	1,31	0,86	0,3333
	m	104	1,21	0,77	
Sulcus-Blutungs-Index "1/2 Zahn"	w	113	1,02	0,69	0,2291
	m	104	0,91	0,48	
Sulcus-Blutungs-Index approximal	w	113	1,40	1,01	0,4038
	m	104	1,29	0,99	
Taschentiefe in mm "1/2 Zahn"	w	113	2,55	0,60	0,8968
	m	104	2,54	0,58	
Taschentiefe in mm approximal	w	113	3,53	1,01	0,3680
	m	104	3,40	1,07	
Mittelwerte der Imperfektionen	w	95	1,56	0,60	0,6805
	m	91	1,59	0,58	

Es lag ein auf dem 5 %-Niveau signifikanter Unterschied in der Plaque-Anhäufung "1/2 Zahn" vor. Dieser bei den weiblichen Probanden höhere Plaque-Wert dürfte wohl auswahlbedingt gewesen sein.

4.2.2.2 Beruf

Tabelle 13: Einteilungskriterium: Beruf
(ZM = Zahnmedizinstudent,
A = andere Berufe)

	Variable	E	Bes	M	Str	p
	Tragedauer in Monaten	ZM	37	15,45	9,31	0,0023
		A	180	11,38	6,79	
F	Plaque-Index "1/2 Zahn"	ZM	37	0,76	0,42	0,0060
		A	180	1,08	0,68	
F	Plaque-Index approximal	ZM	37	0,89	0,57	0,0023
		A	180	1,34	0,84	
	Sulcus-Blutungs-Index "1/2 Zahn"	ZM	37	0,93	0,71	0,7030
		A	180	0,97	0,69	
	Sulcus-Blutungs-Index approximal	ZM	37	1,38	1,09	0,8635
		A	180	1,35	0,98	
	Taschentiefe in mm "1/2 Zahn"	ZM	37	2,56	0,66	0,8433
		A	180	2,54	0,58	
	Taschentiefe in mm approximal	ZM	37	3,59	1,34	0,4235
		A	180	3,44	0,96	
	Mittelwerte der Imperfektionen	ZM	32	1,66	0,55	0,3914
		A	154	1,59	0,60	

Die auf dem 1 %-Niveau signifikant niedrigeren Plaque-Werte der Zahnmedizinstudenten sowohl für den "1/2 Zahn" als auch approximal sind wohl auf bessere Motivation und Beherrschung der Mundhygienetechnik zurückzuführen. Die geringen, nicht signifikanten Unterschiede der Entzündungswerte und der Taschentiefen weisen auf weitere beeinflussende Faktoren hin (vgl. S. 45 u. S. 46).

4.2.2.3 Mesial / distal

Tabelle 14: Einteilungskriterium: mesial / distal
(m = mesial, d = distal)

Variable	E	Bes	M	Str	p
Plaque-Index "1/2 Zahn"	m	109	1,00	0,67	0,6052
	d	108	1,05	0,65	
Plaque-Index approximal	m	109	1,19	0,77	0,2044
	d	108	1,33	0,86	
Sulcus-Blutungs-Index "1/2 Zahn"	m	109	0,83	0,68	0,0032
	d	108	1,10	0,69	
Sulcus-Blutungs-Index approximal	m	109	1,08	0,94	0,0000
	d	108	1,62	1,00	
Taschentiefe in mm "1/2 Zahn"	m	109	2,51	0,58	0,4551
	d	108	2,57	0,60	
Taschentiefe in mm approximal	m	109	3,38	0,92	0,1806
	d	108	3,56	1,14	
Mittelwerte der Imperfektionen	m	91	1,51	0,62	0,1485
	d	95	1,64	0,55	

Die auf dem 1 %-Niveau signifikant höheren Entzündungsgrade distal sowohl für den "1/2 Zahn" als auch für die Approximalwerte finden keine Erklärung, da sich weder die Werte des Plaque-Index noch diejenigen der Imperfektionsgrade signifikant unterschieden.

4.2.2.4 Zusatzhilfsmittel

Tabelle 15: Einteilungskriterium: Zusatzhilfsmittel zur Mundhygiene ja / nein

	Variable	E	Bes	M	Str	p
F	Tragedauer in Monaten	ja	66	9,61	3,85	0,0002
		nein	151	13,25	8,26	
	Plaque-Index "1/2 Zahn"	ja	66	0,92	0,61	0,1208
		nein	151	1,07	0,67	
	Plaque-Index approximal	ja	66	1,16	0,80	0,2167
		nein	151	1,31	0,82	
	Sulcus-Blutungs-Index "1/2 Zahn"	ja	66	0,99	0,66	0,7457
		nein	151	0,96	0,71	
	Sulcus-Blutungs-Index approximal	ja	66	1,33	0,96	0,8523
		nein	151	1,36	1,02	
	Taschentiefe in mm "1/2 Zahn"	ja	66	2,59	0,51	0,4105
		nein	151	2,51	0,62	
	Taschentiefe in mm approximal	ja	66	3,59	1,07	0,2571
		nein	151	3,42	1,02	
	Mittelwerte der Imperfektionen	ja	57	1,53	0,57	0,4501
		nein	129	1,60	0,59	

Am Beginn der Gußfüllungstherapie in den Studentenkursen steht die Aufklärung über Mundhygiene und entsprechende Hilfsmittel. Die Mundhygieneinstruktionen werden im Laufe der Behandlung weitergeführt und kontrolliert. Durch Anfärben der Plaque sollen die Patienten auch auf Schwachstellen ihrer eigenen Mundhygiene hingewiesen werden. Da sowohl "Aufklärung über Mundhygiene" als auch "Plaque-Anfärben" von Kurs-Assistenten testiert werden muß, wurde bei der

Untersuchung davon ausgegangen, daß die Probanden "aufgeklärt" waren.

Aus Tabelle 15 ergibt sich bei denjenigen Probanden, die ein Zusatzhilfsmittel zur Mundhygiene verwendeten, eine um ca. 1/4 Jahr kürzere Tragedauer der Onlays/Overlays. Dies läßt den Schluß zu, daß die Motivation zur Anwendung von zusätzlichen Hilfsmitteln nach einem kürzeren Zeitabstand zur Behandlung besser ist.
Die Tatsache, daß trotz zusätzlicher Pflege keine signifikanten Unterschiede bei den Plaque-Werten gefunden wurden, läßt auf mangelnde Beherrschung der entsprechenden Techniken schließen.

Ein Aufbiegen der approximalen Federränder durch Benutzen von Zahnseide schien, wie die Mittelwerte der Imperfektionsgrade zeigen, nicht stattgefunden zu haben.

4.2.2.5 Fehlbelastungen

Tabelle 16: Einteilungskriterium: Fehlbelastungen ja / nein

Variable	E	Bes	M	Str	p
Tragedauer in Monaten	ja	156	12,14	6,90	0,9843
	nein	59	12,12	8,74	
Plaque-Index "1/2 Zahn"	ja	156	1,05	0,63	0,4830
	nein	59	0,98	0,73	
Plaque-Index approximal	ja	156	1,32	0,80	0,1150
	nein	59	1,13	0,83	
Sulcus-Blutungs-Index "1/2 Zahn"	ja	156	0,97	0,70	0,9623
	nein	59	0,97	0,69	
Sulcus-Blutungs-Index approximal	ja	156	1,39	0,99	0,4684
	nein	59	1,29	1,04	
Taschentiefe in mm "1/2 Zahn"	ja	156	2,56	0,55	0,4602
	nein	59	2,50	0,70	
Taschentiefe in mm approximal	ja	156	3,49	0,93	0,7391
	nein	59	3,44	1,28	
Mittelwerte der Imperfektionsgrade	ja	133	1,59	0,55	0,6994
	nein	51	1,55	0,67	

Diese Einteilung führte zu keinerlei statistischen Unterschieden.

4.2.2.6 Approximalkontakt und seine Form

Tabelle 17: Einteilungskriterium: Approximalkontakt vorhanden / nicht vorhanden

Variable	E	Bes	M	Str	p
Tragedauer in Monaten	ja	185	11,80	7,19	0,1893
	nein	32	13,67	8,58	
Plaque-Index "1/2 Zahn"	ja	185	1,05	0,68	0,1850
	nein	32	0,88	0,49	
Plaque-Index approximal	ja	185	1,30	0,83	0,1050
	nein	32	1,05	0,69	
Sulcus-Blutungs-Index "1/2 Zahn"	ja	185	0,96	0,67	0,9768
	nein	32	0,97	0,83	
Sulcus-Blutungs-Index approximal	ja	185	1,34	0,95	0,7431
	nein	32	1,41	1,27	
Taschentiefe in mm "1/2 Zahn"	ja	185	2,51	0,57	0,0823
	nein	32	2,71	0,68	
Taschentiefe in mm approximal	ja	185	3,43	1,04	0,1420
	nein	32	3,72	1,02	
Mittelwerte der Imperfektionen	ja	160	1,56	0,60	0,2730
	nein	26	1,69	0,47	

Es lagen zwar Mittelwertunterschiede vor, eine Signifikanz bestand aber bei keiner Variablen.

Ein Zusammenhang zwischen dem Fehlen des Approximalkontaktes und erhöhter Entzündung der Papille wurde in epidemiologischen Studien von PINDBORG (1951), GOULD und PICTON (1966), ALEXANDER (1968) und KRÖNCKE (1968) gefunden.

Tabelle 18: Einteilungskriterium: Form des Approximalkontaktes
p = punktförmig / f = flächig

Variable	E	Bes	M	Str	p
Tragedauer in Monaten	p	67	12,25	7,30	0,5310
	f	118	11,56	7,14	
Plaque-Index "1/2 Zahn"	p	67	0,95	0,61	0,1240
	f	118	1,11	0,71	
Plaque-Index approximal	p	67	1,20	0,77	0,2254
	f	118	1,36	0,86	
Sulcus-Blutungs-Index "1/2 Zahn"	p	67	1,00	0,65	0,5537
	f	118	0,94	0,69	
Sulcus-Blutungs-Index approximal	p	67	1,45	0,98	0,2605
	f	118	1,28	0,93	
Taschentiefe in mm "1/2 Zahn"	p	67	2,66	0,60	0,0066
	f	118	2,43	0,54	
Taschentiefe in mm approximal	p	67	3,63	1,24	0,0477
	f	118	3,31	0,88	
Mittelwerte der Imperfektionen	p	58	1,52	0,60	0,5378
	f	102	1,58	0,60	

Weder der Plaque-Index noch der Sulcus-Blutungs-Index unterschieden sich signifikant.
Dagegen war eine signifikante Vertiefung der Zahnfleischtaschen bei punktförmigem Approximalkontakt ("1/2 Zahn": 1 %-Niveau, approximal: 5 %-Niveau) zu finden.

4.2.2.7 Approximalraumgestaltung

Tabelle 19: Einteilungskriterium: Approximalraumgestaltung
n = normalkonturiert, u = unterkonturiert

Variable	E	Bes	M	Str	p
Tragedauer in Monaten	n	158	12,07	7,33	0,6340
	u	37	11,42	9,06	
Plaque-Index "1/2 Zahn"	n	158	1,02	0,69	0,6363
	u	37	1,08	0,63	
Plaque-Index approximal	n	158	1,26	0,84	0,8574
	u	37	1,28	0,80	
Sulcus-Blutungs-Index "1/2 Zahn"	n	158	0,92	0,63	0,1683
	u	37	1,09	0,86	
Sulcus-Blutungs-Index approximal	n	158	1,27	0,89	0,0784
	u	37	1,58	1,29	
Taschentiefe in mm "1/2 Zahn"	n	158	2,43	0,55	0,0000
	u	37	2,88	0,53	
Taschentiefe in mm approximal	n	158	3,33	0,98	0,0031
	u	37	3,86	1,03	
Mittelwerte der Imperfektionsgrade	n	134	1,51	0,60	0,0087
	u	32	1,81	0,53	

Bei dieser Einteilung lagen bei unterkonturierten Approximalräumen auf dem 1 %-Niveau hochsignifikant tiefere Zahnfleischtaschen vor.

Die Mittelwerte des Sulcus-Blutungs-Index zeigten zwar deutliche, aber nicht signifikante Unterschiede.

Der hochsignifikant größere Mittelwert der Imperfektionsgrade bei unterkonturiertem Approximalraum ist möglicherweise auf eine geringere Materialstärke des approximalen Füllungsteiles und ein dadurch erleichtertes Aufbiegen zurückzuführen.
Dieser Zusammenhang läßt eventuell auch Rückschlüsse auf die bei der Herstellung aufgewendete Sorgfalt zu.

4.2.3 Sekundärkaries

Bei der Untersuchung der approximal-zervikalen Zahnhartsubstanz auf Sekundärkaries wurden die Bißflügelaufnahmen zur Entscheidung herangezogen (vgl. S.37 u. S. 38). In keinem Falle konnte eine gesicherte Sekundärkaries festgestellt werden.
Dieses Ergebnis klingt zunächst unglaubwürdig, wenn man es mit den Angaben in der Literatur vergleicht. Dort wird eine unterschiedliche Sekundärkariesfrequenz bei Gußfüllungen von ca. 20 % (RIEDEL 1965, SPENS und TAATZ 1972, KERSCHBAUM und VOSS 1981), 8 % (MAYER R. 1981), 4 % (PANTKE und HORN 1966), bis zu 3,3 % (HAMMER 1979) in Abhängigkeit von der Tragedauer angegeben. Bei Gußfüllungen, die z. T. in Studentenkursen angefertigt wurden, fanden DUNCKER (1978) eine Sekundärkaries in 8,29 %, SPENS und TAATZ (1972) in 2,7 % der Fälle.

Das Resultat der hier vorliegenden Untersuchung wird glaubhaft, wenn

a) die röntgenologischen Diagnosemöglichkeiten der Kariesgrade 0, 1 und 2 für den fraglichen Hartsubstanzbereich am Füllungsrand (vgl. S. 37),
b) die peinlich genaue Kontrolle in der Klinik von "Karies entfernt",
c) die sorgfältige Präparation unter Kontrolle, sowie
d) die relativ kurze Tragedauer der Onlays/Overlays bedacht werden.

Mit Sicherheit lag keine Karies mit Defekt vor.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden 45 Patienten der Abteilung für Zahnerhaltung des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universität Tübingen, die in Studentenkursen mit Onlays/Overlays versorgt wurden, nachuntersucht.

Für die Auswertung standen 217 versorgte Approximalflächen zur Verfügung.
Nach einer kurzen Anamnese und Registrierung der Tragedauer der Onlays/Overlays wurden Plaque-Index, Sulcus-Blutungs-Index, Tiefe des klinischen Sulcus und klinischer Befund für D (decayed) nach dem DMF-Index sowohl für die versorgten Flächen als auch für die Kontrollflächen erhoben und die Fadenprobe durchgeführt.
In einem weiteren klinischen Untersuchungsteil wurden Eckzahnführung, Fehlbelastungen, Approximalkontakt und Approximalraumgestaltung beurteilt.
Zur Erfassung der iatrogenen marginalen Imperfektionen, zur Kontrolle der Zahnhartsubstanz in der Umgebung des zervikalen Füllungsrandes und zur Beurteilung der Kontrollflächen wurden Bißflügelaufnahmen angefertigt und ausgewertet.
Die versorgten Approximalflächen wurden je nach Größe der marginalen Imperfektion in vier Imperfektionsgruppen eingeteilt.
Dabei konnten 31 Flächen wegen Kurvenüberlappungen und Verzerrungen nicht berücksichtigt werden.
Die in einer Untersuchungsliste gesammelten Daten wurden statistisch ausgewertet.

Auswertungsergebnisse:

1. 58,06 % der röntgenologisch ausgewerteten versorgten Approximalflächen wiesen eine Imperfektion größer als 0,1 mm (I-Gruppe 2 und 3) auf.

2. Es lag ein Anstieg der mittleren Tragedauer bei den I-Gruppen 0, 1 und 2 vor, jedoch keine Signifikanz. Als Ursache für den Altersunterschied der Onlays/Overlays in den I-Gruppen 1 und 2 sind Belastungsdeformationen in Erwägung zu ziehen.

3. Die Auswertung des Plaque-Index ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen versorgten und unversorgten Flächen. Die Plaque-Mittelwerte der versorgten Flächen stiegen statistisch zwar nicht signifikant, jedoch numerisch mit zunehmendem Imperfektionsgrad an.

4. Die Mittelwerte des Sulcus-Blutungs-Index waren bei den I-Gruppen 1 und 2 gegenüber der Kontrollgruppe signifikant höher.
Dies weist auf eine von der Plaqueakkumulation unabhängige höhere Entzündung bei versorgten Flächen hin. Als möglicher Auslöser hierfür kommt die Imperfektion in Betracht.

5. Die approximalen Mittelwerte der Taschentiefen waren bei den I-Gruppen 1 und 2 gegenüber der Kontrollgruppe signifikant höher. Mögliche Ursachen hierfür sind iatrogene Vertiefung des Sulcus bei der Präparation, sowie Tiefenproliferation des Taschenepithels bedingt durch höhere Entzündungswerte.

6. Der Mittelwertsvergleich der I-Gruppen untereinander und mit der Kontrollgruppe ergab hinsichtlich der Eckzahnführung keinen Unterschied.

7. Die I-Gruppen 1 und 2 wiesen auf dem 1 %-Niveau signifikant höhere Fehlbelastungswerte als die Kontrollgruppe auf. Die gleichen Fehlbelastungswerte bei den I-Gruppen 1 und 2 zeigen, daß diese Fehlbelastungen zu keinen Belastungsdeformationen der Approximalflächen führten.

8. Ein bei den weiblichen Probanden gefundener signifikant höherer Plaque-Mittelwert für den "1/2 Zahn" dürfte wohl auswahlbedingt gewesen sein.

9. Bei den untersuchten Zahnmedizinstudenten waren die Plaque-Mittelwerte gegenüber den übrigen Probanden signifikant niedriger (1 %-Niveau). Die geringen, nicht signifikanten Unterschiede der Entzündungswerte und der Taschentiefen weisen ebenfalls auf andere, nicht durch die Plaque bedingten Entzündungsursachen bei den versorgten Fläche hin (vgl. oben).

10. Die auf dem 1 %-Niveau signifikant höheren Entzündungsgrade bei den versorgten distalen Flächen finden keine Erklärung.

11. Bei denjenigen Probanden, die ein Zusatzhilfsmittel zur Mundhygiene verwendeten, wurde eine um ca. 1/4 Jahr kürzere Tragedauer der Onlays/Overlays ermittelt. Die Motivation zur Anwendung von zusätzlichen Hilfsmitteln ist demzufolge nach einem kürzeren Zeitabstand zur Behandlung besser.

12. Die Mittelwertsvergleiche nach dem Einteilungskriterium "Fehlbelastungen ja / nein" führten zu keinen statistischen Unterschieden.

13. Bei den Mittelwertsvergleichen nach dem Einteilungskriterium: "Approximalkontakt vorhanden / nicht vorhanden" wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden.
    Bei punktförmigem Approximalkontakt ergab sich eine signifikante Vertiefung der Zahnfleischtasche.

14. Bei unterkonturierten Approximalräumen waren die Zahnfleischtaschen ebenfalls hochsignifikant tiefer. Die Mittelwerte des Sulcus-Blutungs-Index zeigten gegenüber normaler Konturierung deutliche, aber nicht signifikante Unterschiede.
    Der Mittelwert der Imperfektionsgrade war bei unterkonturiertem Approximalraum hochsignifikant größer.

15. Eine gesicherte Sekundärkaries wurde nicht festgestellt.

6. LITERATURVERZEICHNIS

ALEXANDER, A. G.: Periodontal aspects of conservative dentistry. Brit. dent. J. 125, 111 - 114 (1968)

BAUER, A. u. A. GUTOWSKI: Gnathologie. Einführung in Theorie und Praxis. Verlag "Die Quintessenz", Berlin 1975, S. 360 - 397

BERGMANN, B., HUGOSON, A. and C. A. OLSSEN: Periodontal and prosthetic conditions in patients treated with removable partial dentures and artificial crowns. Acta odont. scand. 29, 621 - 638 (1971)

BOUCHER, C. O.: Current clinical dental terminology. The C. V. Mosby Company, Saint Louis 1963, S. 259

DUNCKER, J. C. F.: Iatrogene marginale Irritationen. Med. Diss. Tübingen 1978

EICHNER, K., A. MOTSCH u. KOHL: Systematische Kavitäten- und Kronenstumpfpräparationen mit klinischen Beispielen. Herausgeber: Drendel u. Zweiling, Berlin 1972, S. 12

ERICSSON, S. G. and K. E. MARKEN: Effect of fixed partial dentures on surrounding tissues. J. prosth. Dent. 20, 517 - 525 (1968)

ERPENSTEIN, H. u. P. DIEDRICH: Nachuntersuchung zur Kariesanfälligkeit und gingivalen Irritation von Teilkronen. Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 10 - 15 (1977)

GABATHULER, H. u. T. HASSELL: A pressure-sensitive periodontal probe. Helv. odont. Acta 15, 114 - 117 (1971)

GILLET, H. W. u. A. IRVING: Zitiert aus W. Pilz, C. H. Plathner u. H. Taatz: Grundlagen der Kariologie und Endodontie. Joh.-Ambrosius-Barth-Verlag, Leipzig 1980, S. 370

GORMSEN, F.: Modifizierte Präparationsgrundsätze für gegossene Inlays. Verlag "Die Quintessenz", Berlin 1960, S. 1 - 5

GOULD, M. S. E. u. C. A. PICTON: The relation between irregularities of the teeth and periodontal disease. Brit. dent. J. 121, 20 - 23 (1966)

GRAF, U., H. J. HENNING, u. K. STANGE: Formeln und Tabellen der mathematischen Statistik. 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin 1966, S. 76 - 77

HAMMER, B. u. P. HOTZ: Nachkontrolle von 1- bis 5jährigen Amalgam-, Komposit- und Goldgußfüllungen. Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 89, 301 - 314 (1979)

HARNDT, E.: Caries, Klinik und Therapie. In Wilhelm Mayer: Die Zahn-, Mund- u. Kieferheilkunde. 2. Band, Urban u. Schwarzenberg-Verlag, München, Berlin 1955, S. 422 - 436

HEUSER, H.: Röntgendiagnostik in der zahnärztlichen Praxis. Carl-Hanser-Verlag, München/Wien 1974, S. 47 - 48

HOFFMANN-AXTHELM, W.: Lexikon der Zahnmedizin. 2. Auflage, Verlag "Die Quintessenz", Berlin 1978, S. 435

INGRAHAM, R., R. W. BASSETT u. J. R. KOSER: Der Goldguß. Verlag "Die Quintessenz", Berlin 1968, S. 43 - 45

KARLSEN, K.: Gingival reactions to dental restorations. Acta odont. scand. 28, 895 - 904 (1970)

KERSCHBAUM, Th. u. R. VOSS: Die praktische Bewährung von Krone und Inlay. Dtsch. zahnärztl. Z. 36, 243 - 249 (1981)

KLEIN, H. and C. E. PALMER: Studies on dental caries. J. dent. Res. 19, 243 - 256 (1940)

KLEIN, H. and C. E. PALMER: Studies on dental caries susceptibility of the various morphological types of permanent teeth. J. dent. Res. 20, 203 - 216 (1941)

KLÖTZER, W. T.: Die Reaktion der Gingiva im Kontakt mit zahnärztlichen Materialien. Dtsch. zahnärztl. Z. 28, 1181 - 1191 (1973)

KNAPPWOST: Zitiert nach A. Motsch: Funktionsgerechte Füllungsgestaltung Inlay, Onlay, Overlay und Pinledge. Vortragsmanuskript, Göttingen 1975, S. 42

KRÖNCKE, A.: Der Interdentalraum aus der Sicht zahnärztlicher Maßnahmen. Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 937 - 944 (1968)

LINKE, S.: In K. Eichner: Normal-, hoch- und höchsttouriges Bohren und Schleifen von Zahnhartsubstanzen. Carl-Hanser-Verlag, München/Wien 1966, S. 58 - 64

LÖE, H.: Reactions of marginal periodontal tissues to restorative procedures. Int. dent. J. 18, 759 - 778 (1968)

MAYER, R.: Zur Präparationsrandgestaltung bei oraler Rehabilitation. Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 120 - 123 (1977)

MAYER, R.: Untersuchungen zu einer prognostisch günstigen Defektversorgung mit gegossenen Füllungen. Dtsch. zahnärztl. Z. 36, 235 - 242 (1981)

MOTSCH, A.: Die Approximalfüllung, ein karies- und parodontalprophylaktisches Problem. Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 83 - 91 (1968)

MOTSCH, A.: Rationelle Onlay-Technik. Dtsch. zahnärztl. Z. 23, 582 - 591 (1968)

MOTSCH, A.: Funktionsgerechte Füllungsgestaltung Inlay, Onlay, Overlay und Pinledge. Vortragsmanuskript, Göttingen 1975, S. 1 - 28, 36 - 38, 42 - 47

MOTSCH, A.: Funktionsorientierte Einschleiftechnik für das natürliche Gebiß. Carl-Hanser-Verlag, München/Wien 1977, S. 94 - 95

MOTSCH, A. u. K. NOBMANN: Klinische und spannungsoptisch-experimentelle Untersuchungen verschiedener Präparationsformen in der Onlay-Technik. Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 415 - 420 (1971)

MOHLEMANN,H. R.: Einführung in die orale Präventivmedizin. Ein Lehrgang für die ersten klinischen Gehversuche. Hans-Huber-Verlag, Bern, Stuttgart, Wien 1974

MOHLEMANN, H. R., K. H. RATEITSCHAK u. H. H. RENGGLI: Parodontologie. Thieme-Verlag, Stuttgart 1975, S. 88 - 94

MOHLEMANN, H. R. and S. SON: Gingival sulcus bleeding - a leading symptom in initial gingivitis. Helv. odont. Acta 15, 107 - 113 (1971)

OEHLKE, W.: Die klinische Ungenauigkeit von Gußfüllungen bei der Verwendung von ausgewählten zahnärztlichen Edelmetall-Legierungen. Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 684 - 690 (1971)

ONTRUP, D.: In K. Eichner: Normal-, hoch- und höchsttouriges Bohren und Schleifen von Zahnhartsubstanzen. Carl-Hanser-Verlag, München/Wien 1966, S. 49 - 57

PANTKE, H. u. R. HORN: Kavitätenpräparation und sekundäre Randkaries. Zahnärztl. Praxis 17, 253 - 256 (1966)

PIEPER, K.: Die Wirkung einer einmaligen Zahnputzunterweisung auf die Mundhygiene 15 - 17jähriger Hauptschüler. Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 1058 - 1060 (1980)

PILZ, W., C. H. PLATHNER u. H. TAATZ: Grundlagen der Kariologie und Endodontie. Joh.-Ambrosius-Barth-Verlag, Leipzig 1980, S. 365

PINDBORG, J. J.: Gingivitis in military personnel. Odont. T. 59, 403 - 499 (1951)

REALLEXIKON DER MEDIZIN UND IHRER GRENZGEBIETE 5. Band, Urban u. Schwarzenberg-Verlag, München, Berlin, Wien 1973, O 41

RENGGLI, H. H.: Auswirkungen subgingivaler approximaler Füllungsränder auf den Entzündungsgrad der benachbarten Gingiva. (Eine klinische Studie). Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 84, 1 - 18, 181 - 214 (1974)

RIEDEL, H.: Die Gußfüllung und die gepreßte Kunststoff-Füllung. Dtsch. zahnärztl. Z. 20, 558 - 566 (1965)

RIETHE, P.: Über den Einfluß verschiedener Abdruckmaterialien und Modellwerkstoffe auf die Paßgenauigkeit von MOD-Gußfüllungen. Dtsch. zahnärztl. Z. 18, 1034 - 1038 (1963)

RIETHE, P.: Die Quintessenz der Mundhygiene. Verlag "Die Quintessenz", Berlin 1974, S. 97 - 100, 111 - 114

SAUER, G.: Vergleichende Untersuchung über die Gestaltung und labortechnische Ausführung prothetischer Kronen. Zahnärztl. Welt 87, 1114 - 1119 (1978)

SHILLINGBURG, H. T., S. HOBO u. D. W. FISHER: Atlas der Kronenpräparation. Verlag "Die Quintessenz", Berlin 1974, S. 93 - 113

SILNESS, J. and H. LÖE: (Plaque Index System) Periodontal disease in pregnancy. II Correlation between oral hygiene and condition. Acta odont. scand. 22, 121 - 135 (1964)

SOBKOWIAK, E. M.: Klinische und experimentelle Untersuchungen zur Paßfähigkeit des Inlays. Dtsch. Stomat. 14, 569 - 579 (1964)

SONNABEND, E. u. G. MASCHINSKI: Ergebnisse von Messungen der Randspalten an Guß- bzw. Amalgamfüllungen nach mehrjähriger Liegedauer. Dtsch. zahnärztl. Z. 36, 257 (1981)

SPENS, E. u. H. TAATZ: Vergleichende Untersuchungen über die Häufigkeit des Auftretens der sekundären Randkaries. Dtsch. Stomat. 22, 90 - 100 (1972)

STRUB, J. R., H. P. STIFFLER u. F. LUTZ: Prüfung des Brüniereffektes mit drei verschiedenen Instrumenten bei Goldgußfüllungen. Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 795 - 802 (1980)

WAERHAUG, J.: Tissue reactions around artificial crowns. J. Periodont. 24, 172 - 185 (1953)

WEGNER, H. u. E. M. SOBKOWIAK: Konservierende Stomatologie. Joh.-Ambrosius-Barth-Verlag, Leipzig 1978, S. 97 - 98

Herrn Professor Dr. Dr. P. Riethe danke ich für die Oberlassung des Themas und die Beratung bei der Durchführung der Arbeit.

Besonderen Dank möchte ich Herrn Dr. J. C. F. Duncker für die Beratung bei den klinischen Untersuchungen aussprechen.

Ebenso gilt mein Dank Herrn G. Schubring vom Zentrum für Datenverarbeitung der Universität Tübingen für die statistische Auswertung der Untersuchungsdaten sowie Herrn Bauschert für die Umzeichnung einiger Graphiken.

Nicht zuletzt herzlichen Dank an Hildegard und Gabriele für die mühevollen Schreibarbeiten.

LEBENSLAUF

2. März 1952	Wolfgang, Franz-Xaver Amann, geboren in Ulm (Donau) als drittes Kind von Friedrich Amann und seiner Frau Anna geb. Bühler.
1959 - 1963	Besuch der Volksschule in Erbach.
1963 - 1965	Besuch des Bischöflichen Knabenseminars in Rottenburg (Neckar).
1965 - 1970	Humboldt-Gymnasium Ulm (Donau), Abgang mit der Realschulreife.
1970 - 1973	Ausbildung zum Chemielaboranten bei der Firma Georg Utz KG in Ulm (Donau).
1973 - 1975	Technische Oberschule in Ulm (Donau).
23.Juni 1975	Abitur an der Technischen Oberschule Ulm (Donau).
23. Mai 1975	Eheschließung mit Gabriele Hafner.
Oktober 1975	Beginn des Studiums der Zahnheilkunde an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
1976	Naturwissenschaftliche Vorprüfung.
1978	Zahnärztliche Vorprüfung.
15.Dezember 1980	Zahnärztliche Prüfung.
April - Dezember 1981	Ausbildungsassistent in der Zahnarztpraxis von H. Dr. med. dent. W. D. Seeger in Dettingen (Erms).
28. April 1981	Geburt der Tochter Carolin.
Seit Januar 1982	Deutscher Entwicklungsdienst, Berlin.

LEBENSLAUF

2. März 1952	Wolfgang, Franz-Xaver Ammann, geboren in Ulm (Donau) als drittes Kind von Friedrich Ammann und seiner Frau Anna geb. Bühler.
1958 - 1963	Besuch der Volksschule in Erbach.
1963 - 1965	Besuch des Bischöflichen Knabenseminars in Rottenburg (Neckar).
1965 - 1970	Humboldt-Gymnasium Ulm (Donau), Abgang mit der Reifeprüfung.
1970 - 1973	Ausbildung zum Chemielaboranten bei der Firma Georg Utz KG in Ulm (Donau).
1973 - 1975	Technische Oberschule in Ulm (Donau).
25. Juni 1975	Abitur an der Technischen Oberschule Ulm (Donau).
23. Mai 1975	Eheschließung mit Gabriele Hafner.
Oktober 1975	Beginn des Studiums der Zahnheilkunde an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen.
1978	Naturwissenschaftliche Vorprüfung.
1979	Zahnärztliche Vorprüfung.
15. Dezember 1980	Zahnärztliche Prüfung.
April - Dezember 1981	Assistenzpraktikant in der Zahnklinik des Kantons Bern, Dr. med. dent. W. D. Geeger in Bettingen (Ehre).
20. April 1981	Geburt der Tochter Carolin.
Seit Januar 1982	Deutscher Entwicklungsdienst, Berlin.

Offsetdruck Spengler
Lessingstraße 4 · 7401 Neustetten 1
Telefon (07472) 22145